



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월23일
(11) 등록번호 10-2292419
(24) 등록일자 2021년08월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/1334 (2006.01) G02F 1/133 (2006.01)
H02S 30/00 (2014.01)
(52) CPC특허분류
G02F 1/1334 (2021.01)
G02F 1/13324 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2020-0032609
(22) 출원일자 2020년03월17일
심사청구일자 2020년03월17일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020030010230 A*
KR1020080079827 A*
KR1020120012689 A*
KR1020060071869 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
최용훈
서울특별시 동작구 동작대로29길 119, 109동 504호 (사당동, 극동아파트)
박기판
서울특별시 용산구 서빙고로67길 24, 가동 206호 (동빙고동, 동서연립)
(72) 발명자
최용훈
서울특별시 동작구 동작대로29길 119, 109동 504호 (사당동, 극동아파트)
박기판
서울특별시 용산구 서빙고로67길 24, 가동 206호 (동빙고동, 동서연립)
(74) 대리인
특허법인다나

전체 청구항 수 : 총 6 항

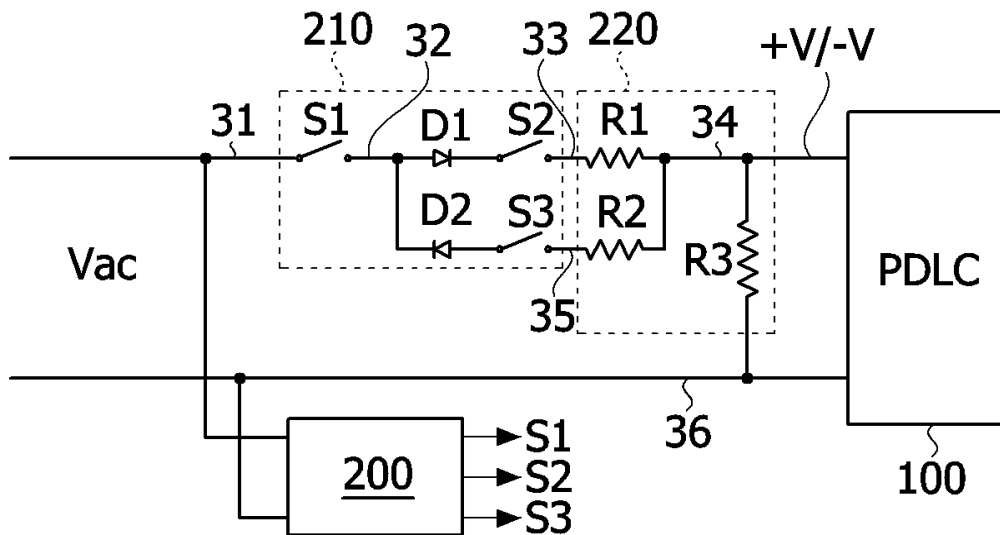
심사관 : 박정근

(54) 발명의 명칭 광 제어 소자의 구동 장치

(57) 요약

본 발명은 광 제어 소자의 구동 장치에 관한 것으로, 입력 전압의 정극성 전압과 부극성 전압을 분리하여 정 구동 전압과 부 구동 전압을 출력하는 스위칭부, 상기 스위칭부에 연결된 분압 회로를 이용하여 상기 정 구동 전압과 상기 부 구동 전압의 전압 레벨을 조정하는 전압 결정부, 및 상기 스위칭부와 상기 전압 결정부를 통해 입력 받은 상기 정 구동 전압과 상기 부 구동 전압에 의해 구동되는 광 제어 소자를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류
H02S 30/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

입력 전압의 정극성 전압과 부극성 전압을 분리하여 정 구동 전압과 부 구동 전압을 출력하는 스위칭부(210);

상기 스위칭부에 연결된 분압 회로를 이용하여 상기 정 구동 전압과 상기 부 구동 전압의 전압 레벨을 조정하는 전압 결정부(220);

상기 스위칭부의 스위치 소자들 각각의 온/오프 타이밍을 제어하는 제어부(200); 및

상기 스위칭부와 상기 전압 결정부를 통해 입력 받은 상기 정 구동 전압과 상기 부 구동 전압에 의해 구동되는 광 제어 소자(100)를 포함하고,

상기 스위칭부는,

상기 입력 전압이 인가되는 제1 노드(31);

상기 제1 노드(31)와 제2 노드(32) 사이에 연결된 제1 스위치 소자(S1);

상기 제2 노드(32)와 제3 노드(33) 사이에 직렬 연결되어 상기 제2 노드(32)에 상기 정극성 전압이 인가될 때 턴-온되는 제1 다이오드(D1) 및 제2 스위치 소자(S2); 및

상기 제2 노드(32)와 제5 노드(35) 사이에 직렬 연결되어 상기 제2 노드(32)에 상기 부극성 전압이 인가될 때 턴-온되는 제2 다이오드(D2) 및 제3 스위치 소자(S3)를 포함하고,

상기 제1 다이오드(D1)는 상기 제2 노드(32)에 연결된 애노드와, 상기 제2 스위치 소자(S2)에 연결된 캐소드를 포함하고,

상기 제2 다이오드(D2)는 상기 제2 노드(32)에 연결된 캐소드와, 상기 제3 스위치 소자(S3)에 연결된 애노드를 포함하고,

상기 전압 결정부는,

상기 제3 노드(33)와 제4 노드(34) 사이에 연결된 제1 저항(R1);

상기 제5 노드(35)와 상기 제4 노드(34) 사이에 연결된 제2 저항(R2); 및

상기 제4 노드(34)와 제6 노드(36) 사이에 연결된 제3 저항(R3)을 포함하고,

상기 제4 노드(34)는 상기 광 제어 소자(100)의 제1 전극에 연결되고,

상기 제6 노드(36)는 상기 광 제어 소자(100)의 제2 전극에 연결되는 광 제어 소자의 구동 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 광 제어 소자(100)는

고분자 분산형 액정 소자(polymer dispersed liquid crystal, PDLC), 고분자 네트워크 액정 소자(polymer networked liquid crystal, PNLC), 및 전기 변색 소자(Electrochromic, EC) 중 하나 이상을 포함하는 광 제어 소자의 구동 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 스위칭부(210)는,
 상기 제4 노드와 상기 제6 노드 사이에 연결된 제4 스위치 소자를 더 포함하는 광 제어 소자의 구동 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
 상기 제3 저항은 상기 제어부의 제어 하에 저항값이 가변되는 가변 저항을 포함하는 광 제어 소자의 구동 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
 변압기 없이 외부 입력 전압을 상기 제어부의 구동에 적합한 직류 전압으로 변환하는 전원 변환부(230);
 근거리 무선 통신 모듈을 통해 수신된 사용자 입력을 상기 제어부에 제공하고, 상기 제어부로부터의 데이터를 사용자 단말기로 전송하는 인터페이스부(240)
 외부 환경의 조도를 감지하는 조도 센서(250);
 상기 사용자를 감지하는 인체 감지 센서(260);
 상기 전원 변환부의 출력 전압으로 배터리(280)를 충전하는 충전부(270);
 변압기 없이 상기 배터리의 전압을 상기 광 제어 소자의 구동 전압으로 변환하는 부스트 변환부(290);
 상기 제어부의 제어 하에 상기 전원 변환부의 출력 전압을 상기 제어부에 공급하는 제5 스위치 소자(S5); 및
 상기 제어부의 제어 하에 상기 전원 변환부의 출력 전압을 상기 배터리에 공급하는 제6 스위칭 소자(S6)를 더 포함하는 광 제어 소자의 구동 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
 태양 전지의 출력 전류로 배터리를 충전하고 상기 태양 전지의 출력 전류를 상기 제어부의 구동에 적합한 전압으로 변환하고, 상기 태양 전지의 발전량을 바탕으로 외부 환경의 조도를 지시하는 데이터를 상기 제어부에 전송하는 충전부를 더 포함하는 광 제어 소자의 구동 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광 제어 소자의 소비 전력을 줄일 수 있는 광 제어 소자의 구동 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 스마트 윈도우(Smart Window)는 실내로 유입되는 태양광의 투과율을 조절하여 에너지 손실을 줄이고 에너지 효율을 향상시키고 원치 않는 시선을 차단하여 프라이버시 보호 기능을 제공한다. 최근, 스마트 윈도우는 고분자 분산형 액정(polymer dispersed liquid crystal, PDLC)와 같은 액정 소자를 전기적으로 제어하여 광을 투과시키거나 차단하는 능동형 방식으로 개발되고 있다.

[0003] 스마트 윈도우(Smart Window)는 수송, 정보 디스플레이, 건축 등 다양한 산업 분야에 적용될 수 있으며, 사무실 유리창에 적용하여 회의나 일정 정보를 표시하고, 버스 정류장의 유리를 통해 다수의 이용자에게 쌍방향 정보를 제공하며 수족관이나 동물원의 유리에 생태계 정보를 제공하고 쇼 윈도우에 적용되어 제품 정보와 가격 등을 보여 줄 수 있는 등 다양한 편의 기능을 제공하기 위한 연구 개발이 진행되고 있다.

[0004] PDLC 필름은 능동형 스마트 윈도우에서 광 제어 소자로 이용되는 대표적인 소자이다. PDLC 필름(20)은 도 1과

같이 제1 투명 기관(21)과 제2 투명 기관(23) 사이에 협지된 고분자층(25) 내에 분산된 다수의 액적(droplet)을 포함한다. 액적들(26) 각각은 전계에 따라 배열이 변경되는 액정(liquid crystal)을 포함한다.

- [0005] 제1 투명 기관(21)과 제2 투명 기관(23) 각각에 액정에 전계를 인가하기 위한 투명 전극(22, 24) 예를 들어, ITO(Indium Tin Oxide)가 도포된다. PDLC 필름(20)의 셀(cell)은 등가적으로 볼 때 정전 용량(capacitor)으로 해석될 수 있다. PDLC 필름(20)의 액정에 전계가 인가되면, PDLC 필름(20)은 투과 모드로 구동된다. 이 때, 액적들(26)의 액정은 전계와 나란한 방향으로 배열되어 PDLC 필름(20)에 입사된 빛이 PDLC 필름(20)을 그대로 통과하여 PDLC 필름(20)이 투명하게 보인다.
- [0006] PDLC 필름(20)의 입력 전원이 차단된 차단 모드에서, 액적들(26) 내에서 액정 분자들은 불균일하게 배열되어 PDLC 필름(20)에 입사된 빛이 액정 분자들에 의해 산란된다. 그 결과, PDLC 필름(20)의 오프 상태에서 PDLC 필름(20)의 투과율이 낮아져 PDLC 필름(20)이 불투명하게 보이게 된다.
- [0007] PDLC 필름의 구동 회로는 도 2에 도시된 바와 같이 변압기(10), PDLC 필름(20), 및 변압기(10)와 PDLC 필름(20) 사이에 연결된 제어부(12)를 포함한다.
- [0008] 능동형 스마트 윈도우는 액정 소자와 같은 광 제어 소자를 구동하기 위한 소비 전력이 발생되고 구동 시간이 길어질수록 소비 전력이 급증할 수 있다.
- [0009] 변압기(10)는 상용 220V 교류 전압(AC 220V)를 교류 110V로 낮출 수 있다. 제어부(12)는 변압기(10)를 통과하는 교류 110V를 정류하고 정류된 직류 전압을 PDLC 필름(20)에 공급하거나 차단하여 PDLC 필름(20)을 온/오프 제어한다.
- [0010] PDLC의 높은 소비 전력은 스마트 윈도우의 제조 비용을 낮추더라도 스마트 윈도우 시장 확대를 저해하는 주요 원인으로 작용한다. 소비 전력(Pc)은 주파수에 비례하는데, 종래 기술에 따르면 PDLC에 인가되는 주파수가 높기 때문에 그 주파수에 비례하여 소비 전력이 커진다. 스마트 윈도우의 크기가 커질수록 소비 전력은 더 커진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 전술한 필요성 및/또는 문제점을 해결하는 것을 목적으로 한다.
- [0012] 본 발명은 광 제어 소자의 소비 전력을 줄이도록 한 광 제어 소자의 구동 장치를 제공하는 것을 과제로 한다.
- [0013] 본 발명의 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 실시예에 따른 광 제어 소자의 구동 장치는 입력 전압의 정극성 전압과 부극성 전압을 분리하여 정 구동 전압과 부 구동 전압을 출력하는 스위칭부; 상기 스위칭부에 연결된 분압 회로를 이용하여 상기 정 구동 전압과 상기 부 구동 전압의 전압 레벨을 조정하는 전압 결정부; 상기 스위칭부의 스위치 소자들 각각의 온/오프 타이밍을 제어하는 제어부; 및 상기 스위칭부와 상기 전압 결정부를 통해 입력 받은 상기 정 구동 전압과 상기 부 구동 전압에 의해 구동되는 광 제어 소자를 포함한다.

상기 스위칭부는 상기 입력 전압이 인가되는 제1 노드; 상기 제1 노드와 제2 노드 사이에 연결된 제1 스위치 소자; 상기 제2 노드와 제3 노드 사이에 직렬 연결되어 상기 제2 노드에 상기 정극성 전압이 인가될 때 턴-온되는 제1 다이오드 및 제2 스위치 소자; 및 상기 제2 노드와 제5 노드 사이에 직렬 연결되어 상기 제2 노드에 상기 부극성 전압이 인가될 때 턴-온되는 제2 다이오드 및 제3 스위치 소자를 포함한다. 상기 제1 다이오드는 상기 제2 노드에 연결된 애노드와, 상기 제2 스위치 소자에 연결된 캐소드를 포함한다. 상기 제2 다이오드는 상기 제2 노드에 연결된 캐소드와, 상기 제3 스위치 소자에 연결된 애노드를 포함한다.

상기 전압 결정부는 상기 제2 노드와 제4 노드 사이에 연결된 제1 저항; 상기 제5 노드와 상기 제4 노드 사이에 연결된 제2 저항; 및 상기 제4 노드와 제6 노드 사이에 연결된 제3 저항을 포함한다. 상기 제4 노드는 상기 광 제어 소자의 제1 전극에 연결되고, 상기 제6 노드는 상기 광 제어 소자의 제2 전극에 연결된다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명은 구동 장치는 무겁고 큰 변압기를 사용하지 않기 때문에 가볍고 소형으로 구현되고 사용 환경에 제약 없이 설치가 용이하다.
- [0016] 본 발명의 구동 장치는 회로 구성이 단순하기 때문에 저가로 구현될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 구동 장치는 초 저전력으로 광 제어 소자를 구동할 수 있으므로 배터리의 전원을 입력 받아 구동될 수 있다.
- [0018] 본 발명은 별도의 전원선이 필요 없으므로 어느 환경에서도 설치가 가능하고 설치 비용을 절감할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 구동 장치는 광 제어 소자의 구동 전압을 변경하거나 광 제어 소자를 PWM으로 제어하여 광 제어 소자의 투과도를 가변할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 구동 장치는 광 제어 소자의 잔류 전하를 방전시켜 광 제어 소자의 응답 특성을 향상시킬 수 있다.
- [0021] 본 발명의 구동 장치는 외부 환경의 조도에 따라 광 제어 소자의 투과도를 가변할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 구동 장치는 사용자가 없을 때 광 제어 소자의 구동을 차단하여 소비 전력을 더 낮출 수 있다.
- [0023] 본 발명의 구동 장치는 사용자가 원하는 시간에 광 제어 소자의 구동을 예약할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 구동 장치는 태양 전지를 이용하여 배터리를 충전하고 배터리 전압으로 제어부의 구동 전압과 광 제어 소자의 구동 전압을 발생시킬 수 있고 태양 전지의 발전량에 따라 외부 환경의 밝기를 판단할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 구동 장치는 초 저전력으로 광 제어 소자를 구동하기 때문에 태양 전지의 크기를 최소화할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 광 제어 소자는 스마트 윈도우에 적용될 수 있다. 본 발명은 광 제어 소자에 빛과 열의 반사율이 높은 금속층을 접착할 수 있다. 본 발명은 금속층과 세라믹층 중 하나 이상을 광 제어 소자에 접착하여 광 제어 소자의 투과 모드에서 가시광선 투과율을 적절히 조정할 수 있다.
- [0027] 금속층은 스마트 윈도우의 열 차단, 시선 차단, 다양한 색상 표현, 눈부심 방지, 자외선 차단 효과를 향상시킬 수 있을 뿐 아니라 광 제어 소자의 과열을 방지할 수 있다.
- [0028] 금속층은 스마트 윈도우의 반사율을 높임으로써 스마트 윈도우의 사생활 보호 기능을 향상시킬 수 있다.
- [0029] 금속층은 광 제어 소자의 투명 전극으로 이용되는 고가의 ITO를 대신함으로써 스마트 윈도우의 원가를 절감할 수 있다.
- [0030] 금속층이나 세라믹층은 스크래치 방지층으로 표면 처리되어 스마트 윈도우의 스크래치 방지 효과를 제공할 수 있다.
- [0031] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 PDLC 필름의 기본적인 구조와 구동 원리를 개략적으로 보여 주는 도면이다.
- 도 2는 종래 기술에 따른 PDLC 필름의 구동 장치를 보여 주는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 광 제어 소자의 구동 장치를 보여 주는 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 PDLC 필름의 투과 모드와 차단 모드를 나타낸다.
- 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 광 제어 소자의 구동 장치를 보여 주는 블록도이다.
- 도 6은 도 5에 도시된 제5 스위치 소자의 온 타이밍(On timing)을 보여 주는 파형도이다.
- 도 7은 PDLC 필름의 PWM(Pulse Width Modulation) 구동 방법을 보여 주는 파형도이다.
- 도 8은 본 발명의 제3 실시예에 따른 광 제어 소자의 구동 장치를 보여 주는 블록도이다.
- 도 9는 외부 조도에 따른 PDLC 필름의 투과도 설정 방법의 일 예를 보여 주는 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 제3 실시예에 따른 광 제어 소자의 구동 장치를 보여 주는 블록도이다.

- 도 11은 태양 전지와 PDLC 필름이 적층되어 유리창에 접착되는 예를 보여 주는 도면이다.
- 도 12는 유리창의 측면에 대향되도록 태양 전지가 창틀 내에 배치된 예를 보여 주는 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 제1 실시예에 따른 스마트 윈도우를 보여 주는 단면도이다.
- 도 14는 본 발명의 제2 실시예에 따른 스마트 윈도우를 보여 주는 단면도이다.
- 도 15는 본 발명의 제3 실시예에 따른 스마트 윈도우를 보여 주는 단면도이다.
- 도 16은 본 발명의 제4 실시예에 따른 스마트 윈도우를 보여 주는 단면도이다.
- 도 17은 본 발명의 제5 실시예에 따른 스마트 윈도우를 보여 주는 단면도이다.
- 도 18 및 도 19는 도 13에 도시된 스마트 윈도우가 유리창에 접착되는 예를 보여 주는 도면들이다.
- 도 20은 스마트 윈도우를 투과하는 광의 경로에서 반사율과 투과율을 정의한 도면이다.
- 도 21은 ITO가 양면에 배치된 스마트 윈도우를 투과하는 광의 경로에서 각 층의 투과율과 반사율을 보여 주는 도면이다.
- 도 22는 금속층과 ITO가 양면에 분리 배치된 스마트 윈도우를 투과하는 광의 경로에서 각 층의 투과율과 반사율을 보여 주는 도면이다.
- 도 23은 금속층이 양면에 배치된 스마트 윈도우를 투과하는 광의 경로에서 각 층의 투과율과 반사율을 보여 주는 도면이다.
- 도 24는 금속층과 ITO가 양면에 분리 배치되고 ITO 상에 세라믹층이 성막된 스마트 윈도우를 투과하는 광의 경로에서 각 층의 투과율과 반사율을 보여 주는 도면이다.
- 도 25는 금속층이 양면에 배치되고 그 중 하나에 세라믹층이 성막된 스마트 윈도우를 투과하는 광의 경로에서 각 층의 투과율과 반사율을 보여 주는 도면이다.
- 도 26은 금속층과 세라믹층 각각에서 빛의 파장별로 태양열의 투과율을 보여 주는 도면이다.
- 도 27은 PDLC 필름과 금속층 및/또는 세라믹층이 조합될 때 파장별 차단율의 일 예를 보여 주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0034] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명은 도면에 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 실질적으로 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0035] 본 명세서 상에서 언급된 "구비한다", "포함한다", "갖는다", "이루어진다" 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수로 해석될 수 있다.
- [0036] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0037] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~ 상에', '~ 상부에', '~ 하부에', '~ 옆에' 등으로 두 구성요소들 간에 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 그 구성요소들 사이에 하나 이상의 다른 구성요소가 개재될 수 있다.
- [0038] 구성 요소들을 구분하기 위하여 제1, 제2 등이 사용될 수 있으나, 이 구성 요소들은 구성 요소 앞에 붙은 서수나 구성 요소 명칭으로 그 기능이나 구조가 제한되지 않는다.
- [0039] 이하의 실시예들은 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 기술적으로 다양한 연동 및 구

동이 가능하다. 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.

- [0040] 본 발명의 광 제어 소자는 고분자 분산형 액정 소자(polymer dispersed liquid crystal, PDLC), 고분자 네트워크 액정 소자(polymer networked liquid crystal, PNLC), 및 전기 변색 소자(Electrochromic, EC) 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0041] 전기 변색 소자는 전압이 가해질 때 전기화학적인 산화 또는 환원반응에 의해 가역적으로 색이 변화하는 전기 변색 재료를 이용하여 전압 인가 유무에 따라 광 투과도와 색상이 변할 수 있다. 전기 변색 소자의 두 투명 기판들 사이에 전기 변색 재료가 충전될 수 있다. 투명 기판들 각각에 형성된 투명 전극들을 통해 전기 변색 재료에 전압이 인가될 수 있다.
- [0042] 본 발명의 구동 장치는 초 저전력으로 광 제어 소자를 구동하고 또한, 태양 전지 및/또는 배터리와 연동되어 광 제어 소자의 구동 전압을 발생시킬 수 있다. 태양 전지는 투명 태양 전지가 바람직하나 이에 한정되지 않는다.
- [0043] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예들을 상세히 설명한다. 이하의 실시예들에서, 본 발명의 광 제어 소자는 PDLC 필름을 중심으로 설명되나, 이에 한정되지 않는다는 것에 주의하여야 한다.
- [0044] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 광 제어 소자의 구동 장치를 보여 주는 블록도이다.
- [0045] 도 3을 참조하면, 광 제어 소자의 구동 장치는 입력 전압(Vac)을 스위칭하는 스위칭부(210), 스위칭부(210)와 PDLC 필름(100) 사이에 연결된 전압 결정부(220), 및 스위칭부(210)를 제어하는 제어부(200)를 포함한다. 입력 전압(Vac)은 교류 220V일 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0046] 스위칭부(210)는 제어부(200)의 제어 하에 입력 전압(Vac)의 정극성 전압과 부극성 전압을 분리한다. 스위칭부(210)로부터 출력된 정극성 전압은 입력 전압(Vac)이 교류 220V일 때 정극성 최대값인 +155V일 수 있다. 스위칭부(210)로부터 출력된 부극성 전압은 입력 전압(Vac)이 교류 220V일 때 부극성 최대값인 -155V일 수 있다.
- [0047] 스위칭부(210)는 제1 노드(31)와 제2 노드(32) 사이에 연결된 입력 전압 스위칭부, 제2 노드(32)와 제3 노드(33) 사이에 연결된 정 구동 전압 출력부, 및 제2 노드(32)와 제5 노드(35) 사이에 연결된 부 구동 전압 출력부를 포함한다.
- [0048] 입력 전압 스위칭부는 제1 노드(31)와 제2 노드(32) 사이에 연결되어 제어부(200)의 제어 하에 온/오프되는 제1 스위치 소자(S1)를 이용하여 입력 전압(Vac)을 스위칭한다. 제1 스위치 소자(S1)가 턴-온(turn-on)될 때 입력 전압(Vac)이 정구동 전압 출력부와 부 구동 전압 출력부에 공급된다. 제1 스위치 소자(S1)가 턴-오프(turn-off)되면 입력 교류 전압(Vac)이 차단되어 소비 전력이 발생되지 않는다.
- [0049] 정 구동 전압 출력부는 제2 노드(32)와 제3 노드(33) 사이에 직렬로 연결되어 제2 노드(32)에 정극성 전압이 인가될 때 턴-온되는 제1 다이오드(D1) 및 제2 스위치 소자(S2)를 포함한다. 제2 스위치 소자(S2)는 제어부(200)의 제어 하에 온/오프된다. 제1 다이오드(D1)는 제2 노드(32)에 연결된 애노드와 제2 스위치 소자(S2)에 연결된 캐소드를 포함하여 입력 전압(Vac)이 정극성 전압일 때 턴-온된다. 제2 스위치 소자(S2)는 제어부(200)의 제어 하에 턴-온되어 정극성 전압을 출력한다. 제2 스위치 소자(S2)가 턴-오프될 때 PDLC 필름(100)에 공급되는 정극성전압이 차단되어 PDLC 필름(100)의 정 구동(Positive driving)이 멈춘다.
- [0050] 부 구동 전압 출력부는 제2 노드(32)와 제5 노드(35) 사이에 직렬로 연결되어 제2 노드(32)에 부극성 전압이 인가될 때 턴-온되는 제2 다이오드(D2) 및 제3 스위치 소자(S3)를 포함한다. 제3 스위치 소자(S3)는 제어부(200)의 제어 하에 온/오프된다. 제2 다이오드(D2)는 제2 노드(32)에 연결된 캐소드와 제3 스위치 소자(S3)에 연결된 애노드를 포함하여 입력 전압(Vac)이 부극성 전압일 때 턴-온된다. 제3 스위치 소자(S3)는 제어부(200)의 제어 하에 턴-온되어 부극성 전압을 출력한다. 제3 스위치 소자(S3)가 턴-오프될 때 PDLC 필름(100)에 공급되는 부극성전압이 차단되어 PDLC 필름(100)의 부 구동(Negative driving)이 멈춘다.
- [0051] 스위치 소자들(S1, S2, S3) 각각은 트랜지스터로 구현될 수 있다.
- [0052] 전압 결정부(220)는 분압(Voltage divide) 회로를 이용하여 PDLC 필름(100)의 정 구동 전압(Positive driving voltage)의 전압 레벨과, 부 구동 전압(Negative driving voltage)의 전압 레벨을 결정한다. 전압 결정부(220)의 분압회로는 제3 노드(33)와 제4 노드(34) 사이에 연결된 제1 저항(R1), 제5 노드(35)와 제4 노드(34) 사이에 연결된 제2 저항(R2), 및 제4 노드(34)와 제6 노드(36) 사이에 연결된 제3 저항(R3)을 포함한다.
- [0053] 제1 저항(R1)은 제2 노드(32)와 제4 노드(34) 사이에 연결된다. 제2 저항(R2)은 제5 노드(35)와 제4 노드(34)

사이에 연결된다. 제3 저항(R3)은 제4 노드(34)와 제6 노드(36) 사이에 연결된다. 제4 노드(34)는 PDLC 필름(100)의 제1투명 전극(22)에 연결될 수 있다. 제6 노드(36)는 기저 전압원(GND) 또는 기준 전압에 연결될 수 있다.

- [0054] PDLC 필름(100)의 정 구동 전압(+V)은 제1 저항(R1)과 제3 저항(R3)의 저항비로 결정된다. PDLC 필름(100)의 부 구동 전압(-V)은 제2 저항(R2)과 제3 저항(R3)의 저항비로 결정된다.
- [0055] PDLC 필름(100)은 제2 스위치 소자(S2)가 턴-온될 때 발생하는 정극성 전압에 따라 정 구동(Positive driving)한다. PDLC 필름(100)은 제3 스위치 소자(S3)가 턴-온될 때 발생하는 부극성 전압에 따라 부 구동(Negative driving)한다.
- [0056] 이상에서 살펴 본 바와 같이, 제1 다이오드(D1)와 제2 스위치 소자(S2)가 턴-온될 때 발생된 정극성 전압은 그 전압 레벨이 제1 및 제3 저항들(R1,R3)의 저항비로 조정된다. 따라서, PDLC 필름(100)의 정 구동을 위한 정 구동 전압(+V)은 제1 다이오드(D1), 제2 스위치 소자(S2), 제1 저항(R1) 및 제3 저항(R3)에 의해 얻어진다. 제어부(200)는 제2 스위치 소자(S2)의 온/오프 타이밍을 제어하여 PDLC 필름(100)의 정 구동 주기를 제어할 수 있다.
- [0057] 제2 다이오드(D2)와 제3 스위치 소자(S3)가 턴-온될 때 발생된 부극성 전압은 그 전압 레벨이 제2 및 제3 저항들(R2,R3)의 저항비로 조정된다. 따라서, PDLC 필름(100)의 부 구동을 위한 부 구동 전압(-V)은 제2 다이오드(D2), 제3 스위치 소자(S3), 제2 저항(R2) 및 제3 저항(R3)에 의해 얻어진다. 제어부(200)는 제3 스위치 소자(S3)의 온/오프 타이밍을 제어하여 PDLC 필름(100)의 부 구동 주기를 제어할 수 있다.
- [0058] PDLC 필름(100)은 정극성 전압(+V)이 인가되거나 부극성 전압(-V)이 인가될 때 투과 모드로 구동하고, 그 전압(+V, -V)이 차단될 때 차단 모드로 전환된다.
- [0059] 제어부(200)는 미리 설정된 프로그램 또는 사용자(User)의 입력에 따라 스위치 소자들(S1, S2, S3)의 온/오프 타이밍을 제어한다. 제어부(200)는 MCU(Micro Controller Unit)로 구현될 수 있다.
- [0060] 제어부(200)는 제2 및 제3 스위치 소자(S2, S3)의 온/오프 주기를 임의로 설정하여 PDLC 필름(100)의 구동 주파수를 0~60Hz 사이로 조절할 수 있다. PDLC 필름(100)에 인가되는 정/부 구동 전압의 주파수가 60Hz 이하로 낮아지면 종래 기술에 비하여 PDLC 필름(100)을 구동하는데 필요한 소비 전력을 대폭 낮출 수 있다. 따라서, PDLC 필름(100)에 인가되는 정/부 구동 전압의 주파수는 소비자가 원하는 스마트 윈도우의 성능과 소비 전력을 고려하여 60Hz 보다 낮은 주파수에서 적절히 선택될 수 있다.
- [0061] PDLC 필름(100)은 정 구동 또는 부 구동하여 투과 모드로 구동할 수 있다. 제2 스위치 소자(S2)가 온(On) 상태일 때 제3 스위치 소자(S3)가 오프(Off) 상태로 제어되고, 제2 스위치 소자(S2)가 오프 상태로 전환될 때 제3 스위치 소자(S3)가 온 상태로 전환될 수 있다.
- [0062] PDLC 필름(100)이 1Hz로 구동되는 경우, 소비 전력(P_c)은 주파수에 비례하기 때문에 $P_c = 1/60$ 로 감소된다. PDLC 필름(100)이 0Hz로 구동되면, P_c 는 0(zero)에 가깝게 되어 소비 전력이 거의 발생되지 않는다. 예를 들어, 정 구동 전압(+V) 또는 부 구동 전압(-V)이 1 초(sec) 이상 유지될 때, PDLC 필름(100)의 구동 주파수가 0Hz이므로 PDLC 필름(100)이 초 저전력으로 구동될 수 있다. 이 때, 스위칭부(210)의 스위칭 손실만 소비 전력으로 발생된다. 본원의 발명자들은 도 3과 같은 구동 장치를 이용하여 72 시간 동안 0 Hz로 PDLC 필름(100)을 초 저전력으로 구동한 실험 결과, PDLC 필름(100)이 정상적으로 구동되고 문제점이 없음을 확인하였다.
- [0063] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 PDLC 필름(100)의 투과 모드(A)와 차단 모드(B)를 나타낸다.
- [0064] 도 4를 참조하면, PDLC 필름(100)의 제1 투명 전극(22)에 정 구동 전압(+V) 또는 부 구동 전압(-V)이 인가되고, 제2 투명 전극(24)에 기준 전압(V_r)이 인가될 때 액적들(26)의 액정 분자에 전계가 인가되어 액정 분자가 전계와 나란한 방향으로 배열된다. 이 때, PDLC 필름(100)이 온 상태로 구동하여 PDLC 필름(100)이 투과 모드(A)로 동작하여 빛이 PDLC 필름(100)을 통과한다. 한편, 기준 전압(V_r)은 기저 전압(GND) 또는 소정의 직류 전압일 수 있다.
- [0065] 제1 스위치 소자(S1)가 턴-오프되면, 제1 전극(22)에 인가되는 전압이 차단되어 PDLC 필름(100)은 도 4의 (B)에 도시된 바와 같이 차단 모드(B)로 동작하여 PDLC 필름(100)에서 빛이 차단된다.
- [0066] 본 발명의 구동 장치는 무겁고 큰 변압기를 사용하지 않기 때문에 가볍고 소형으로 구현되고 사용 환경에 제약 없이 설치가 용이하다. 또한, 본 발명의 구동 장치는 회로 구성이 단순하기 때문에 저가로 구현될 수 있다.

- [0067] PDLC 필름(100)의 투과도는 정 구동 전압(+V)과 부 구동 전압(-V)의 전압 레벨을 변경하는 방법으로 가변될 수 있다. 또한, PDLC 필름(100)의 투과도는 PWM(Pulse Width Modulation) 제어를 이용하여 가변될 수 있다.
- [0068] 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 광 제어 소자의 구동 장치를 보여 주는 블록도이다. 도 5에서, 도 3과 실질적으로 동일한 구성 요소에 대하여는 동일한 도면 부호를 붙이고, 그에 대한 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [0069] 도 5를 참조하면, 전압 결정부(220)는 가변 저항으로 구현되는 제3 저항(VR3)을 더 포함할 수 있다. 스위칭부(210)는 구동 전압 노드(31)와 기준 전압 노드(32) 사이에 연결된 제4 스위치 소자(S4)를 더 포함할 수 있다.
- [0070] 가변 저항(VR3)은 R1과 VR3의 저항비를 변경하여 정 구동 전압(+V)의 전압 레벨을 변경하고, R2와 VR3의 저항비를 변경하여 부 구동 전압(-V)의 전압 레벨을 변경하여 PDLC 필름(100)의 투과도를 가변할 수 있다. 가변 저항(VR3)은 제어부(200)의 제어 하에 저항값이 변경될 수 있다. 이 경우, 가변 저항(VR3)은 다수의 저항들과, 이 저항들에 연결된 스위치 소자들을 포함할 수 있다. 제어부(200)는 미리 설정된 프로그램 또는 사용자 입력에 따라 가변 저항(VR3)의 스위치 소자들을 연결하여 가변 저항(VR3)의 저항값을 실시간 가변할 수 있다.
- [0071] 제4 스위치 소자(S4)는 제어부(200)의 제어 하에 턴-온된다. 제4 스위치 소자(S4)가 턴-온될 때 PDLC 필름(100)에 충전된 잔류 전하가 빠르게 방전되어 도 6과 같이 PDLC 필름(100)의 응답 특성이 향상될 수 있다. 도 6 및 도 7에서 횡축은 시간(t)이고 종축은 전압(V)이다.
- [0072] 제어부(200)는 제1 스위치 소자(S1) 또는 제4 스위치 소자(S4)를 이용하여 PDLC 필름(100)을 PWM으로 구동하여 PDLC 필름(100)의 투과도를 가변할 수 있다. 제1 스위치 소자(S1)의 듀티비(duty ratio)에 따라 PDLC 필름(100)의 구동 시간이 가변될 수 있다. 제1 스위치 소자(S1)의 듀티비(duty ration)에 비례하여 PDLC 필름(100)의 구동 시간이 길어져 도 7과 같이 PDLC 필름(100)의 듀티비(%)가 증가된다. PDLC 필름(100)의 투과도는 PDLC 필름(100)의 듀티비에 비례하여 가변될 수 있다.
- [0073] 제4 스위치 소자(S4)는 제어부(200)의 제어 하에 구동 전압 노드(31)를 기저 전압(GND)이 인가되는 기준 전압 노드(32)에 연결하여 구동 전압 노드(31)를 방전시킬 수 있다. 제4 스위치 소자(S4)의 듀티비에 따라 PDLC 필름(100)의 구동 시간이 가변될 수 있다. 제4 스위치 소자(S4)의 듀티비에 비례하여 구동 시간이 감소될 수 있다.
- [0074] 도 8은 본 발명의 제3 실시예에 따른 광 제어 소자의 구동 장치를 보여 주는 블록도이다. 도 8에서, 도 3 및 도 5와 실질적으로 동일한 구성 요소는 생략되어 있다.
- [0075] 도 8을 참조하면, 광 제어 소자의 구동 장치는 전원 변환부(230), 인터페이스부(240), 조도 센서(250), 인체 감지 센서(260), 충전부(270), 배터리(280), 및 부스트 변환부(290)를 포함할 수 있다. 광 제어 소자의 구동 장치는 전원 변환부(230)와 배터리(290)에 연결된 제5 및 제6 스위치 소자들(S5, S6)을 더 포함할 수 있다.
- [0076] 전원 변환부(230)는 외부 입력 전압(Vac)을 제어부(200)의 구동 전압으로 변환한다. 이 전원 변환부(230)는 무변압기 전원회로로 구현될 수 있다. 전원 변환부(230)는 변압기 없이 ADC(Analog to Digital Converter)를 이용하여 외부 입력 전압(Vac)을 직류 전압으로 변환할 수 있다. 전원 변환부(230)의 출력 전압은 DC 5V일 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0077] 인터페이스부(240)는 블루투스(Bluetooth™), RFID(Radio Frequency Identification), 적외선 통신(Infrared Data Association; IrDA), UWB(Ultra Wideband), ZigBee, NFC(Near Field Communication), Wi-Fi(Wireless-Fidelity), Wi-Fi Direct, Wireless USB(Wireless Universal Serial Bus) 중 적어도 하나 이상을 지원하는 근거리 무선 통신 모듈을 이용하여 사용자 단말기로부터의 사용자 입력을 제어부(200)로 전송한다. 사용자 단말기는 리모트 컨트롤러나, 스마트 폰과 같은 모바일 정보 단말기일 수 있다. 제어부(200)는 인터페이스부(240)를 통해 PDLC 필름(100)의 현재 상태와 구동 시간, 배터리 충전량 정보 등을 사용자 단말기에 전송할 수 있다. 사용자는 자신의 단말기를 통해 PDLC 필름(100)의 온/오프를 제어하거나 PDLC 필름(100)의 투과도를 가변할 수 있다.
- [0078] 조도 센서(250)는 외부 조도(照度)를 센싱하여 그 조도값을 제어부(200)에 전송한다. 제어부(200)는 미리 설정된 프로그램의 설정값 또는 사용자 입력에 따라 도 9의 예와 같이 외부 조도에 따라 PDLC 필름(100)의 투과도를 가변하거나 외부 조도와 무관하게 미리 설정된 값으로 PDLC 필름(100)의 투과도를 제어할 수 있다. 일 예로, 제어부(200)는 사용자의 선택에 따라 외부 환경의 밝기가 높으면 PDLC 필름(100)의 투과도를 낮추고, 외부 환경이 밝기가 낮아질수록 PDLC 필름(100)의 투과도를 높여 실내 밝기를 일정한 수준으로 조절할 수 있다. 도 9의 좌측 도면과 같이 외부 조도가 소정의 문턱값(TH)으로 높을 때 PDLC 필름(100)의 투과도는 미리 설정된 투과도

드의 최저값으로 제어될 수 있다.

- [0079] 도 9에서 횡축은 시간(t)이고, 종축은 밝기(L)이다. 도면 부호 “91”은 외부 환경의 조도이고, “92”는 PDLC 필름(100)의 투과도이다.
- [0080] 제어부(200)는 전원 변환부(230)의 출력 전압을 감지하여 제5 및 제6 스위치 소자들(S5, S6)의 온/오프 타이밍을 제어할 수 있다.
- [0081] 제5 스위치 소자(S5)는 전원 변환부(230)의 출력단과 제어부(200) 사이에 연결된다. 제5 스위치 소자(S5)는 제어부(200)의 제어 하에 턴-온되어 전원 변환부(230)를 통해 입력되는 외부 입력 전압을 제어부(200)에 공급한다.
- [0082] 제6 스위치 소자(S6)는 배터리(280)의 전극과 제어부(200) 사이에 연결된다. 제6 스위치 소자(S6)는 제어부(200)의 제어 하에 턴-온되어 배터리(290)에 충전된 전압을 제어부(200)에 공급한다.
- [0083] 제어부(200)는 미리 설정된 기준값과 전원 변환부(230)의 출력 전압을 비교하여 외부 입력 전압(Vac)의 유무를 판단할 수 있다. 예를 들어, 전원 변환부(230)의 출력 전압이 기준값 보다 낮을 때, 제어부(200)는 입력 전압(Vac)이 차단된 것으로 판단할 수 있다. 제어부(200)는 입력 전압(Vac)이 차단되면, 제6 스위치 소자(S6)를 턴-온시켜 배터리(290)에 충전된 전압으로 구동될 수 있다.
- [0084] 인체 감지 센서(260)는 실내의 인체를 감지하여 그 결과를 제어부(200)에 전송한다. 제어부(200)는 인체 감지 센서(260)로부터의 데이터에 응답하여 실내에 사람이 없는 동안 스위칭부(210)를 제어하여 PDLC 필름(100)의 구동 전압(+V, -V)을 차단할 수 있고, 실내에 사용자가 존재할 때 PDLC 필름(100)에 구동 전압(+V, -V)을 공급할 수 있다. 사용자는 자신의 단말기를 통해 이러한 기능을 선택할 수 있다. 제어부(200)는 근거리 무선 통신 모듈의 수신 신호 세기를 미리 설정된 알고리즘으로 분석하여 사용자 유무를 추정할 수 있다. 이 경우, 인체 감지 센서(260)는 생략될 수 있다.
- [0085] 제어부(200)는 사용자 입력에 따라 스위칭부(210)의 스위치 소자들 각각의 온/오프 타이밍을 제어할 수 있다. 제어부(200)는 실시간 클럭(real time clock)을 발생하는 발진기와 카운터(Counter)를 포함할 수 있다. 제어부(200)는 사용자 입력 값과 실시간 클럭의 카운트값을 비교하여 사용자가 원하는 시간에 PDLC 필름(100)의 온/오프를 제어할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 자신의 단말기를 통해 원하는 시간에 PDLC 필름(100)의 구동 시간을 예약하고 PDLC 필름(100)의 투과도를 제어할 수 있다.
- [0086] 충전부(270)는 외부 입력 전압(Vac)이 입력될 때 제어부(200)의 제어 하에 전원 변환부(230)의 출력 전압으로 배터리(280)를 충전한다. 배터리 충전 모드에서, 제어부(200)는 제5 및 제6 스위치 소자들(S5, S6)을 모두 턴-온시켜 전원 변환부(230)의 출력 전압을 충전부(270)에 공급한다.
- [0087] 부스트 변환부(290)는 배터리(250)의 전압을 부스트(boost)하여 PDLC 필름(100)의 구동 전압을 발생한다. 입력 전압(Vac)이 없는 시스템 즉, 별도의 전원선이 없는 경우에, 부스트 변환부(290)는 배터리(250)의 전압을 이용하여 PDLC 필름(100)의 구동 전압 예를 들어, AC 110V를 발생할 수 있다. 부스트 변환부(290)의 출력 전압은 도 3 및 도 5에 도시된 구동 장치에 입력될 수 있다. 부스트 변환부(290)는 변압기가 필요 없는 전력 변환 회로로 구현될 수 있다. 따라서, 본 발명의 구동 장치는 초 저전력으로 PDLC 필름(100)을 구동할 수 있고, 배터리(280)의 전원을 입력 받아 구동될 수 있다. 본 발명의 구동 장치는 별도의 전원선이 필요 없으므로 어느 환경에서도 설치가 가능하고 설치 비용을 절감할 수 있다.
- [0088] 도 10은 본 발명의 제3 실시예에 따른 광 제어 소자의 구동 장치를 보여 주는 블록도이다. 도 10에서, 도 3, 도 5 및 도 8과 실질적으로 동일한 구성 요소들 중 반복 설명이 필요 없는 구성 요소들은 생략되어 있다.
- [0089] 도 10을 참조하면, 광 제어 소자의 구동 장치는 태양 전지(300)와 충전부(272)를 포함한다.
- [0090] 태양 전지(300)는 외부 환경의 빛을 전기 에너지(전류)로 변환하여 충전부(272)에 공급한다. 태양 전지(300)는 외부 환경의 밝기에 따라 발전량이 달라질 수 있다. 예를 들어, 흐린날은 태양 전지(300)의 발전량이 낮아진다.
- [0091] 충전부(272)는 태양 전지(300)의 발전량이 외부 환경의 밝기에 따라 달라지기 때문에 태양 전지(300)의 배터리(280)의 충전 전류를 가변하여 배터리(280)를 충전한다. 예를 들어, 충전부(272)는 태양 전지(300)의 발전량이 높을 때 2[A]로 배터리(280)를 충전하고, 태양 전지(300)의 발전량이 낮아질 때 배터리(280)의 충전 전류를 1[A]로 낮출 수 있다.

- [0092] 충전부(272)는 태양 전지(300)의 출력 전류를 제어부(200)의 구동 전압(Vin)으로 변환하여 제어부(290)에 공급할 수 있다. 태양 전지(300)의 발전량이 낮아지거나 없는 경우, 충전부(272)는 배터리(280)의 전압으로 제어부(200)의 구동 전압을 발생시킬 수 있다.
- [0093] 태양 전지(300)의 발전량은 외부 환경의 밝기에 따라 달라진다. 충전부(272)는 태양 전지(300)의 발전량을 실시간 감지하여 외부 환경의 조도를 추정하여 외부 환경의 조도를 지시하는 밝기 신호(CL)를 제어부(200)에 제공할 수 있다. 이 경우, 도 8에서 제어부는 조도 센서(250) 없이 외부 환경의 조도를 판단할 수 있다.
- [0094] 태양 전지(300)가 투명 태양 전지로 구현될 수 있다. 투명 태양 전지는 도 11에 도시된 바와 같이 PDLC 필름(100) 혹은 그와 다른 광 제어 소자와 적층된 상태로 유리창(400)에 접촉될 수 있다. 태양 전지(300)와 PDLC 필름(100)이 적층된 복합 필름 구조체에서, 태양 전지(300)가 유리창(400)에 접촉되거나 PDLC 필름(100)이 유리창(400)에 접촉될 수 있다. 유리창(400)은 창틀 또는 프레임(410)에 고정되어 건물의 외부 벽 또는 실내에 설치될 수 있다. 유리창(400)은 차량의 선루프 창일 수 있다.
- [0095] 본 발명에 적용되는 태양 전지(300)는 초 저전력으로 PDLC 필름(100)이 구동되기 때문에 그 크기가 클 필요가 없다. 예를 들어, 도 12에 도시된 바와 같이 소형의 태양 전지(302, 303)가 유리창(400)의 전면이나, 배면에 접촉되거나 또는 프레임(410)의 전면이나 배면에 배치될 수 있다. 이 경우, 태양 전지(302, 303)는 투명 태양 전지가 바람직하지만 이에 한정되지 않는다.
- [0096] 다른 예로, 소형의 태양 전지(301)가 유리창(400)의 측면에 대향되도록 프레임(410)의 내측면에 배치될 수 있다. 이 경우, 태양 전지(301)가 외부로 노출되지 않기 때문에 태양 전지(301)는 투명 태양 전지일 필요가 없다. 유리창(400) 내에서 전반사되는 빛이 프레임(410)의 내측면에 배치된 태양 전지(301)로 전파될 수 있다.
- [0097] 기존의 PDLC 필름은 다양한 색상을 표현할 수 없기 때문에 심미적 효과가 제한적이고 열차단 성능이 없고, 투과 모드에서 시선 차단 효과가 없다. 스마트 윈도우를 구현하기 위하여 PDLC 필름이 유리창에 접촉되면 PDLC 필름의 ITO(Indium Tin Oxide)는 외부로부터의 열을 흡수하고, 이로 인해 유리의 열팽창이 가속화되어 유리창의 열과 현상을 초래할 수 있다.
- [0098] 본 발명은 도 13 내지 도 27에 도시된 바와 같이 스마트 윈도우에 적용 가능한 광 제어 소자에 금속층과 세라믹층 중 하나 이상을 추가함으로써 기존의 광 제어 소자의 단점을 해결할 수 있다. 도 13 내지 도 17에 도시된 PDLC 필름(100)은 전술한 구동 장치에 의해 초 저전력으로 구동될 수 있다. 도 13 내지 도 17에서 구동 장치, 태양 전지, 배터리는 생략되었다.
- [0099] 도 13은 본 발명의 제1 실시예에 따른 스마트 윈도우를 보여 주는 단면도이다.
- [0100] 도 13을 참조하면, 본 발명의 스마트 윈도우는 PDLC 필름(100), 금속층(40), 및 세라믹층(60)을 포함한다.
- [0101] 금속층(40)과 세라믹층(60)은 라미네이션(Lamination) 공정으로 PDLC 필름(100)의 투명기판 또는 필름 상에 접촉되거나, 스퍼터(sputter) 공정, 롤투롤(roll to roll), 다이 코팅(dye coating) 등의 방법으로 성막(coating)될 수 있다.
- [0102] 금속층(40)은 도 13의 (a)에 도시된 바와 같이, PDLC 필름(100)의 일면에 형성되고, 세라믹층(60)은 PDLC 필름(100)의 타면에 형성될 수 있다. 이와 다른 실시예로, 금속층(40)과 세라믹층(60)이 도 13의 (b)에 도시된 바와 같이, PDLC 필름(100)의 어느 일면에 적층될 수 있고, 적층 구조의 배치는 달라질 수 있다.
- [0103] 금속층(40)은 단일 금속으로 이루어진 금속층 또는 2 종 이상의 금속이 적층된 다층 금속층일 수 있다. 예를 들어, 금속층(40)은 은(Ag)의 산화를 방지하기 위하여 은(Ag)의 양면에 각각 니켈(Ni)이 덮여진 다층 금속층으로 제작될 수 있다. 다른 실시예로, 금속층(40)은 크롬(Cr), 구리(Cu), 스테인레스(SUS) 등의 금속을 포함할 수 있다. 금속층(40)은 긁힘 방지 효과를 위하여, 그 표면에 스크래치 방지층이 성막될 수 있다.
- [0104] 세라믹층(60)은 필름 상에 세라믹 분말이 분산된 필름으로 제작될 수 있다. 세라믹층(60)은 열을 흡수하여 열차단 효과를 제공할 수 있고 눈부심 방지 효과와 세라믹 재료에 따라 다양한 색상 표현 효과를 제공하여 데커레이션(decoration)과 디자인 자유도를 향상시킬 수 있다. 세라믹층(60)의 외부 표면은 스크래치 방지 층이 성막될 수 있다. 세라믹층(60)의 일 예로, ATO(Antimony-doped Tin Oxide)가 이용될 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0105] 금속층(40)의 두께를 얇게 하면 빛이 통과될 수 있다. 금속 소재에 따라 같은 두께에서도 금속층(40)의 광 투과율이 달라질 수 있다. 금속층(40)은 대부분의 빛과 열을 반사하여 PDLC 필름(100)로 입사되는 광량을 줄임으

로써 PDLC 필름(100)과, 유리창의 과열을 방지하여 열과 현상을 방지하고, 외부의 타인 시선을 차단할 수 있다.

- [0106] 세라믹층(60)은 세라믹 소재에 따라 다양한 색상을 표현할 수 있고 스크래치 방지 효과를 제공할 수 있다.
- [0107] PDLC 필름(100)의 양면 중 일면(또는 전면)에 금속층(40)이 접착제로 접착되고, 타면(또는 배면)에 세라믹층(60)이 접착제로 접착될 수 있다. 접착제는 투명 접착제가 바람직하지만, 필요에 따라 반투명 접착제 또는 착색된 접착제도 가능하다. 금속층(40)과 세라믹층(60) 중 적어도 하나에서 외부로 노출된 면에 투명 접착제로 이형 필름이 부착될 수 있다. 스마트 윈도우가 유리창에 접착하는 시공 공정에서 이형 필름이 박리되어 투명 접착제로 스마트 윈도우가 유리창에 접착될 수 있다.
- [0108] 스마트 윈도우가 건물 외벽의 유리창에 접착될 때, 금속층(40)이 태양광을 향하도록 세라믹층(60)이 유리창에 접착될 수 있다. 이와 반대로, 금속층(40)이 유리창에 접착될 수 있다.
- [0109] 도 14는 본 발명의 제2 실시예에 따른 스마트 윈도우를 보여 주는 단면도이다.
- [0110] 도 14를 참조하면, 본 발명의 스마트 윈도우는 ITO 보다 광 반사율이 높은 금속이 전극으로 이용되는 PDLC 필름(100)을 포함한다.
- [0111] 도 14의 (a)에서 PDLC 필름(100)의 적어도 일 전극은 금속 전극(41)을 포함한다. 금속 전극(41)은 ITO 보다 광 반사율이 높은 금속 예를 들어, 니켈(Ni), 은(Ag), 크롬(Cr), 구리(Cu), 스테인레스(SUS) 중 적어도 하나 이상의 금속을 포함할 수 있다.
- [0112] 도 14의 (b)에서 PDLC 필름(100)은 액티브층(11)을 사이에 두고 대향하는 제1 및 제2 금속 전극들(42, 43)을 포함한다. 금속 전극들(42, 43) 각각은 ITO 보다 광 반사율이 높은 금속 예를 들어, 니켈(Ni), 은(Ag), 크롬(Cr), 구리(Cu), 스테인레스(SUS) 중 적어도 하나 이상의 금속을 포함할 수 있다.
- [0113] 스마트 윈도우가 유리창에 접착될 때, 금속층(41, 42)이 형성된 투명 기판이 유리창에 접착되거나 투명 전극(24)이 형성된 투명 기판이 유리창에 접착될 수 있다.
- [0114] 도 13 및 도 14의 스마트 윈도우에서 금속층(40)과 세라믹층(60)은 아래의 표 1과 같은 효과를 제공한다.

표 1

[0115]	금속층(40) + 세라믹층(60)	주간	열 차단	○
			시선 차단	○
			다양한 색상	○
			눈부심 방지	○
			자외선 차단	○
		야간	열 차단	○
			시선 차단	X
			다양한 색상	-
			눈부심 방지	-
			자외선 차단	-

- [0116] 표 1에서 알 수 있는 바와 같이 금속층(40)과 세라믹층(60)의 조합은 주간에 열 차단, 시선 차단, 다양한 색상 표현, 눈부심 방지, 자외선 차단 등의 효과를 제공할 수 있다. 반면에, 금속층(40)과 세라믹층(60)의 조합은 태양 빛이 없는 야간에 열 차단 효과를 제공할 수 있다. 한편, 야간에 건물의 실내 조명등으로부터의 빛이 외부에서 보이기 때문에 금속층(40)과 세라믹층(60)의 조합은 시선 차단 효과가 거의 없고 외부 광이 적기 때문에 색상 표현, 눈부심 방지, 자외선 차단 효과가 무시될 수 있다.
- [0117] PDLC 필름(100)은 아래의 표 2와 같은 효과를 제공한다. PDLC는 구동 전압이 인가되는 투과 모드에서 빛을 그대로 통과시켜 투명하게 보이는 반면, 구동 전압이 차단된 차단 모드에서 빛을 산란시켜 외부 광을 차단하기 때문에 불투명하게 보인다.
- [0118] PDLC 필름(100)은 단독으로 다양한 색상 표현을 할 수 없다. PDLC 필름(100)이 투명 모드로 구동될 때, 투과도가 높기 때문에 열 차단, 시선 차단, 색상 표현, 눈부심 방지, 자외선 차단 효과가 없다. PDLC 필름(100)이 차단 모드일 때 열 차단, 시선 차단 및 눈부심 방지 효과가 있다.

표 2

[0119]	PDLC	투명(ON)	열 차단	X
			시선 차단	X
			다양한 색상	X
			눈부심 방지	X
			자외선 차단	X
	불투명(OFF)	열 차단	△	
		시선 차단	○	
		다양한 색상	X	
		눈부심 방지	○	
		자외선 차단	△	

[0120] PDLC 필름(100)에 금속층(40)과 세라믹층(60)이 접합되면, 표 3과 같이 열 차단, 시선 차단, 다양한 색상 표현, 눈부심 방지, 자외선 차단 효과를 향상시킬 수 있을 뿐 아니라 전자 제어 패널의 과열을 방지하고, 열흡수로 인한 유리창의 열과 방지, 스크래치 방지 등의 효과를 제공할 수 있다. 또한, 도 14와 같이 PDLC 필름(100)의 전극들 중 적어도 하나를 금속 전극(21, 22, 23)으로 대체하면, 고가의 투명 전극을 사용하지 않기 때문에 스마트 윈도우의 비용을 절감할 수 있다.

표 3

[0121]	본 발명의 스마트 윈도우	투명(ON)	열 차단	○
			시선 차단	○
			다양한 색상	○
			눈부심 방지	○
			자외선 차단	○
		불투명(OFF)	열 차단	○
			시선 차단	○
			다양한 색상	○
			눈부심 방지	○
			자외선 차단	○
		부가 효과	전자 제어 패널 보호	
			원가 절감(ITO 대체)	
			열 흡수로 인한 유리창의 열과 방지	
			스크래치(긁힘) 방지	

[0122] 도 15은 본 발명의 제3 실시예에 따른 스마트 윈도우를 보여 주는 단면도이다.

[0123] 도 15을 참조하면, 본 발명의 스마트 윈도우는 PDLC 필름(100)과, 세라믹층(60)을 포함한다.

[0124] PDLC 필름(100)은 금속 전극(44)과 투명 전극(24)을 포함한다. 금속 전극(44)은 투명 전극(ITO) 보다 반사율이 높은 금속 예를 들어, 니켈(Ni), 은(Ag), 크롬(Cr), 구리(Cu), 스테인레스(SUS) 중 적어도 하나 이상의 금속을 포함할 수 있다. 투명 전극(24)이 형성된 투명 기판 상에 세라믹층(60)이 성막(coating)될 수 있다.

[0125] 금속 전극(44)은 태양광을 향하도록 세라믹층(60)이 유리창에 접촉될 수 있다. 이 경우, 세라믹층(60)은 건물의 실내를 향하는 방향으로 배치된다. 이와 반대로, 금속 전극(44)이 형성된 투명 기판이 유리창에 접촉될 수 있다.

[0126] 도 15의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 세라믹층(60)은 금속 전극(24) 즉, 금속층이 형성된 투명 기판 상에 형성되거나 투명 전극(15)이 형성된 투명 기판 상에 형성될 수 있다.

[0127] 도 16는 본 발명의 제4 실시예에 따른 스마트 윈도우를 보여 주는 단면도이다.

[0128] 도 16를 참조하면, 본 발명의 스마트 윈도우는 PDLC 필름(100)과, 세라믹층(60)을 포함한다.

[0129] PDLC 필름(100)은 금속 전극들(45, 46)을 포함한다. 금속층들(25, 26)은 투명 전극(ITO) 보다 반사율이 높은 금속일 수 있다.

- [0130] 스마트 윈도우가 유리창에 접촉될 때, 금속 전극(45, 46)이 형성된 투명 기관이 태양광을 향하도록 세라믹층(60)이 유리창에 접촉될 수 있다. 이와 반대로, 금속 전극(45, 46)이 형성된 투명 기관이 유리창에 접촉될 수 있다.
- [0131] 도 16의 (a) 에 도시된 바와 같이, 세라믹층(60)은 PDLC 필름(100)의 양면에 배치된 금속층들(45, 46) 중 어느 하나의 금속층 상에 형성될 수 있다. 다른 실시예로, 도 16의 (b) 에 도시된 바와 같이, 세라믹층(60a, 60b)은 PDLC 필름(100)의 양면에 배치된 금속 전극들(45, 46)이 형성된 투명 기관 각각에 형성될 수 있다.
- [0132] 시선 차단 효과와 열 차단 효과를 향상시키기 위하여, 도 16의 (c)와 같이 금속 전극(45, 46)이 형성된 투명 기관들 중 적어도 하나에 금속층(47, 48)이 추가로 적층될 수도 있다.
- [0133] 도 15 및 도 16의 실시예에서, 세라믹층(60, 60a, 60b)은 야간에 외부로 향하는 시야를 확보하고, 내부 반사율을 줄이고 원하는 정도의 밝기와 원하는 색상을 얻기 위하여 스마트 윈도우의 안쪽 면 즉, 실내를 향하는 면에 형성될 수 있다.
- [0134] 도 17은 본 발명의 제5 실시예에 따른 스마트 윈도우를 보여 주는 단면도이다.
- [0135] 도 17의 (a)와 같이 금속층(40)이 생략되고 세라믹층(60)이 PDLC 필름(100)에 접촉되면, 시선 차단 효과는 떨어지지만 열 차단, 다양한 색상 표현, 눈부심 방지 효과를 제공할 수 있다. 따라서, 본 발명의 스마트 윈도우는 금속층(40) 없이 PDLC 필름(100)에 세라믹층(60)이 접촉된 구조로 제작될 수 있다.
- [0136] 도 17의 (b)에 도시된 바와 같이 세라믹층(60a, 60b)이 PDLC 필름(100)의 양면에 배치된 투명 전극들(16, 17) 중 적어도 하나에 형성될 수 있다. 다른 실시예로, 세라믹층 대신에 금속층(47, 48)이 도 17의 (c)에 도시된 바와 같이 PDLC 필름(100)의 투명 전극(22, 24)이 형성된 투명 기관들 중 적어도 하나에 형성될 수 있다.
- [0137] 도 18 및 도 19은 도 13에 도시된 스마트 윈도우가 유리창에 접촉되는 예를 보여 주는 도면들이다.
- [0138] 도 18 및 도 19을 참조하면, 스마트 윈도우는 유리창(400)에서 태양광을 향하는 외면에 접촉되거나, 실내를 향하는 내면에 접촉될 수 있다. 금속층(40)이나 금속 전극은 광 반사율이 높기 때문에 액티브층(11)을 열과 빛으로부터 보호할 수 있다. 세라믹층(60)은 실내로 향하는 빛의 반사율을 낮추어 외부로의 시야를 확보하고 밝기를 적절히 조절할 수 있으며 또한, 다양한 색을 표현할 수 있다. 따라서, 금속층(40)은 태양광을 마주 보고 세라믹층(60)은 실내를 향하도록 스마트 윈도우가 유리창(400)에 접촉되는 것이 바람직하다.
- [0139] 도 18에서, 스마트 윈도우가 유리창에 접촉될 때 이형 필름(53)이 박리되면 투명 점착층(52)이 노출된다. 스마트 윈도우는 투명 점착층(52)에 의해 유리창(400)에 접촉될 수 있다. 금속층(40)은 점착제(51)로 PDLC 필름(100)의 투명 기관에 접촉될 수 있다.
- [0140] 도 20은 스마트 윈도우를 투과하는 광의 경로에서 반사율과 투과율을 정의한 도면이다.
- [0141] 도 20에서 알 수 있는 바와 같이, 스마트 윈도우의 각층들을 투과할 때 각 층의 표면에서 빛이 일부 반사된다. 각 층의 재료가 갖는 고유의 특성으로 인하여, 각 층에서 반사율과 투과율이 다르게 된다. 금속층(41) 또는 금속 전극은 ITO 즉, 투명 전극(24)에 비하여 반사율이 월등히 높다. ITO는 투명 전극으로 사용될 수 있을 정도로 투과율이 높지만 흡수율도 비교적 높다. 스마트 윈도우를 통과할 때 입사 광량에서 각 층의 반사율과 흡수율을 뺀 나머지가 스마트 윈도우를 투과할 수 있다.
- [0142] 도 21은 ITO가 양면에 배치된 스마트 윈도우를 투과하는 광의 경로에서 각 층의 투과율과 반사율을 보여 주는 도면이다. 도 22는 금속층과 ITO가 양면에 분리 배치된 스마트 윈도우를 투과하는 광의 경로에서 각 층의 투과율과 반사율을 보여 주는 도면이다. 도 23은 금속층이 양면에 배치된 스마트 윈도우를 투과하는 광의 경로에서 각 층의 투과율과 반사율을 보여 주는 도면이다.
- [0143] 스마트 윈도우에 빛이 입사되면, 도 21와 같이 ITO의 흡수율로 인하여 PDLC 필름(100)의 액적들이 분산된 고분자층의 온도가 상승하고, 이 스마트 윈도우가 접촉되는 유리창의 온도가 상승하여 열과 현상이 발생할 수 있다. 이에 비하여, 도 22와 같이 광 입사측에 금속층(41)이 배치되어 있을 때 PDLC 필름(100)에 입사되는 광량과 유리창에 입사되는 광량이 감소되어 PDLC 필름(100)과 유리창의 과열을 방지할 수 있다. 도 23과 같이 PDLC 필름(100)의 양면에 금속층 또는 금속 전극(42, 43)이 배치되면, PDLC 필름(100)에 입사되는 광량과 유리창에 입사되는 광량이 더 감소될 수 있다.
- [0144] 도 24는 금속층과 ITO가 양면에 분리 배치되고 ITO 상에 세라믹층이 성막된 스마트 윈도우를 투과하는 광의 경로에서 각 층의 투과율과 반사율을 보여 주는 도면이다. 도 25는 금속층이 양면에 배치되고 그 중 하나에 세라

믹층이 성막된 스마트 윈도우를 투과하는 광의 경로에서 각 층의 투과율과 반사율을 보여 주는 도면이다.

[0145] 도 24 및 도 25에 도시된 바와 같이 투명 전극(24)이 형성된 투명 기판 상에 세라믹층(60)이 형성되면 세라믹층(60)에서 일부 광이 흡수되어 열 차단 성능과 눈부심 방지 효과가 개선될 수 있고 스크래치 방지 효과를 더 얻을 수 있다. 세라믹층(60)은 세라믹 소재에 따라 다양한 색을 표현할 수 있기 때문에 테커레이션과 디자인 자유도가 향상되는 효과를 제공할 수 있다.

[0146] 도 26은 금속층과 세라믹층 각각에서 빛의 파장별로 태양열의 투과율을 보여 주는 도면이다. 태양열의 투과율 관점에서 볼 때 도 26에서 알 수 있는 바와 같이 금속은 가시광선 파장 대역에서 차단율이 높다. 반면에, 세라믹은 적외선 파장 대역에서 차단율이 높다. 따라서, 금속과 세라믹이 스마트 윈도우에 함께 적용되면 열차단 효과, 시선 차단 효과, 눈부심 방지 효과가 향상된다.

[0147] 도 27은 PDLC 필름(100)과 금속층 및/또는 세라믹층이 조합될 때 파장별 차단율의 일 예를 보여 주는 도면이다.

[0148] 도 27을 참조하면, PDLC 필름(100)은 가시광선 투과율이 86%, 자외선 차단율이 35%, 그리고 적외선 차단율이 12% 일 수 있다. PDLC 필름(100)에 실버(silver, Ag) 계열의 금속층이 접촉되면, 가시광선 투과율이 감소되고, 자외선 차단율과 적외선 차단율이 높아진다. PDLC 필름(100)에 실버 계열의 금속층과 ATO 세라믹층이 접촉되면, 가시광선 투과율이 더 감소되고, 자외선 차단율과 적외선 차단율이 더 높아진다. 도 27에서 AT01과 AT02는 두께가 다른 두 개의 세라믹 샘플을 나타낸다. CARBON은 탄소 계열의 세라믹을 나타낸다.

[0149] 본 발명은 아래의 표 4와 같이 스마트 윈도우의 목표 가시광선 투과율을 사용 환경에 따라 최적화할 수 있다. 목표 가시광선 투과율을 얻기 위하여 금속층과 세라믹층의 두께와 재료를 아래와 같이 설정할 수 있다.

표 4

	목표 가시광선 투과율(ON)	금속코팅 가시광선 투과율	세라믹 코팅 가시광선 투과율
주택용	35~70%	50~80%	45~80%
사무실용	20~50%	30~60%	30~60%
운동시설/자동차용	5~35%	15~50%	10~40%

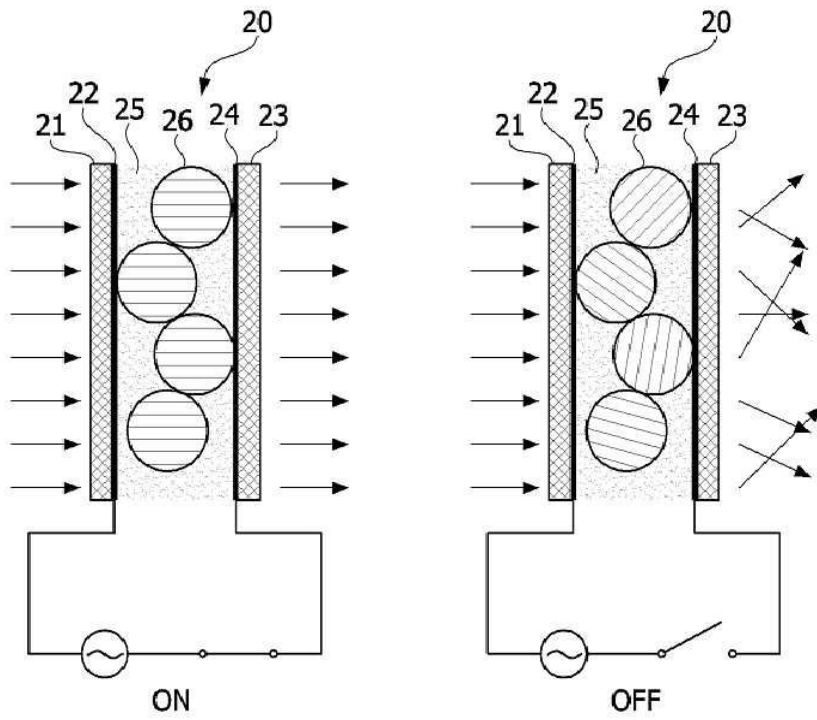
[0151] 이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 명세서의 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구의 범위에 의해 정하여져야만 할 것이다.

부호의 설명

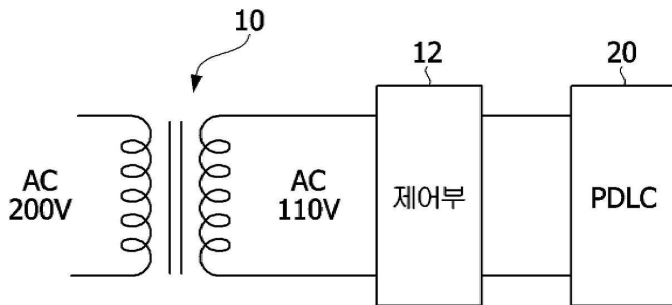
- [0152] 100: 광 제어 소자(PDLC) 200: 제어부
 210: 스위칭부 220: 전압 결정부
 230: 전원 변환부 240: 인터페이스부
 250: 조도 센서 260: 인체 감지 센서
 270, 272: 충전부 280: 배터리
 290: 부스트 변환부 300, 301: 태양 전지
 400: 유리창 S1, S2, S3, S4, S5, S6: 스위치 소자
 R1, R2, R3, R4: 저항

도면

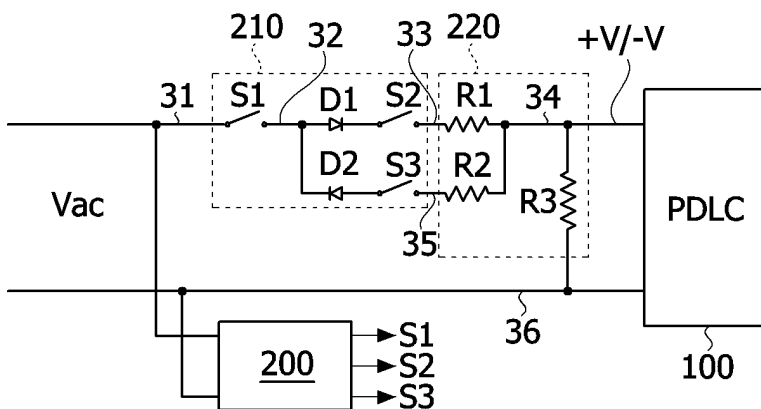
도면1



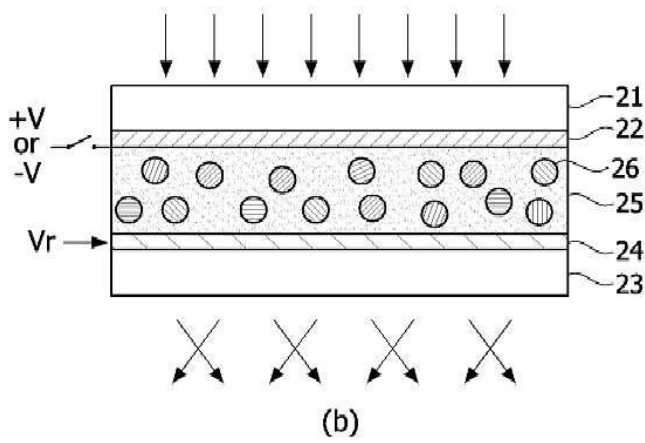
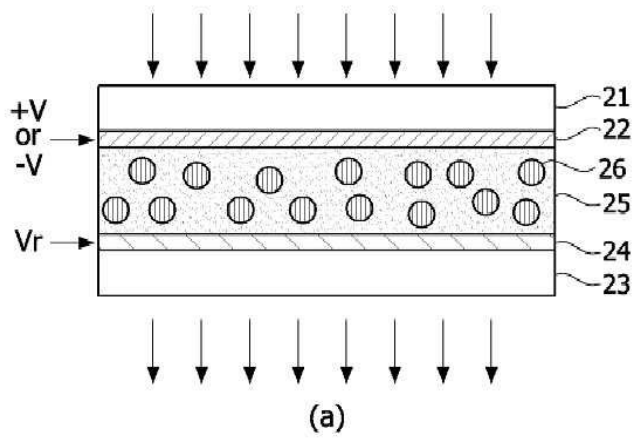
도면2



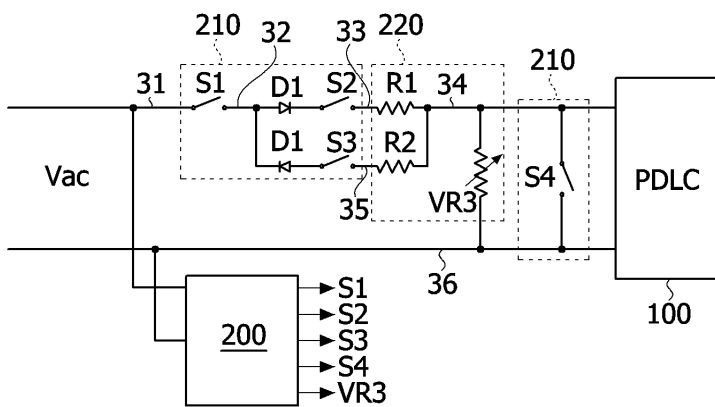
도면3



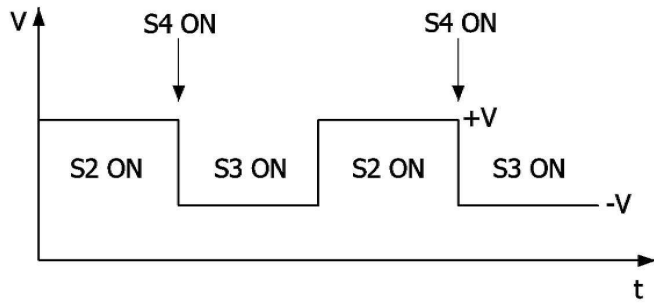
도면4



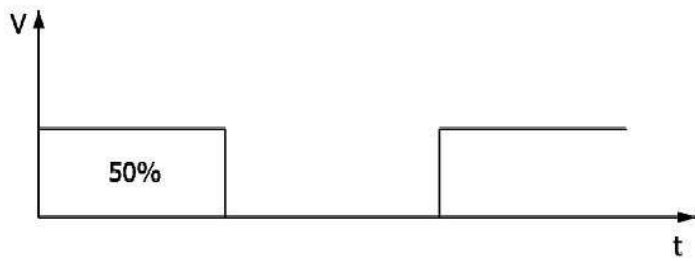
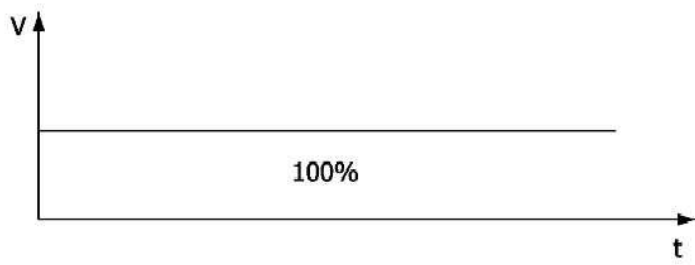
도면5



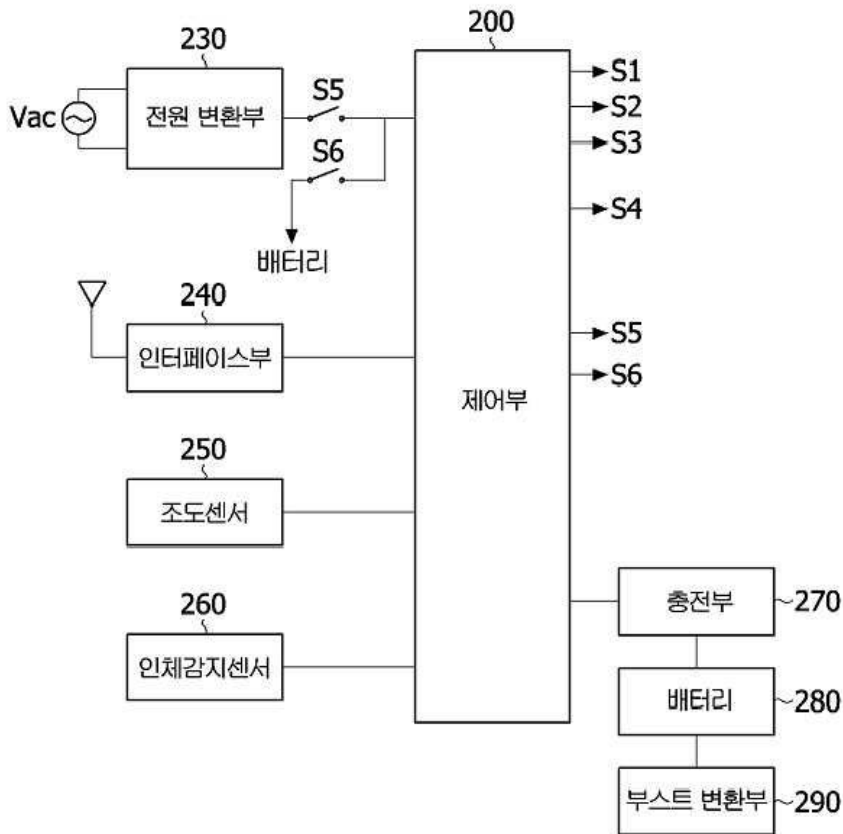
도면6



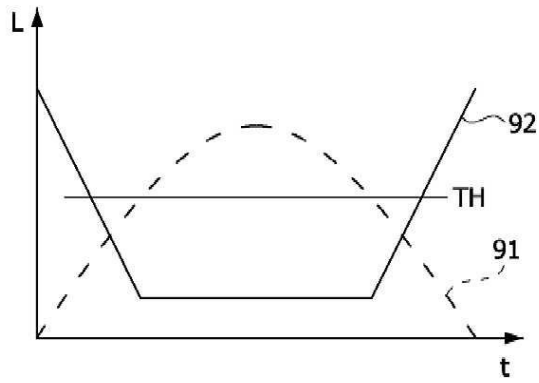
도면7



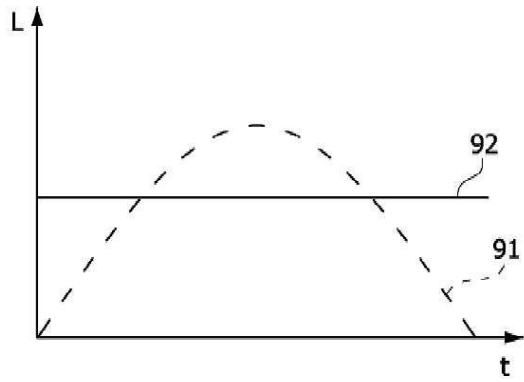
도면8



도면9

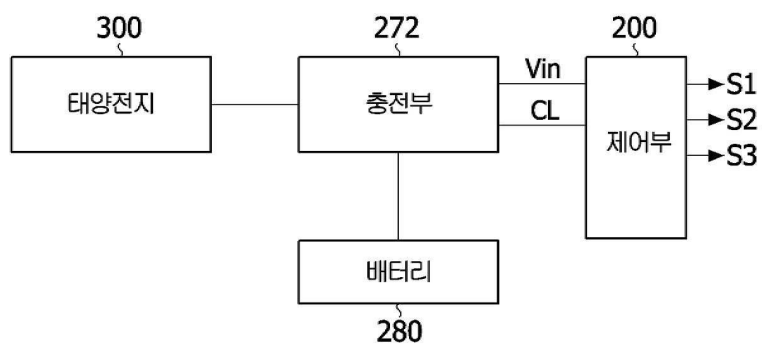


(a)

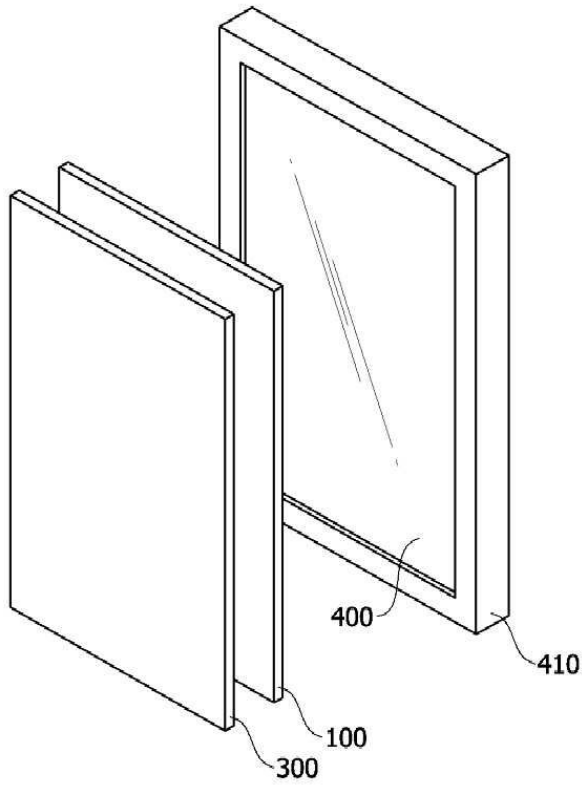


(b)

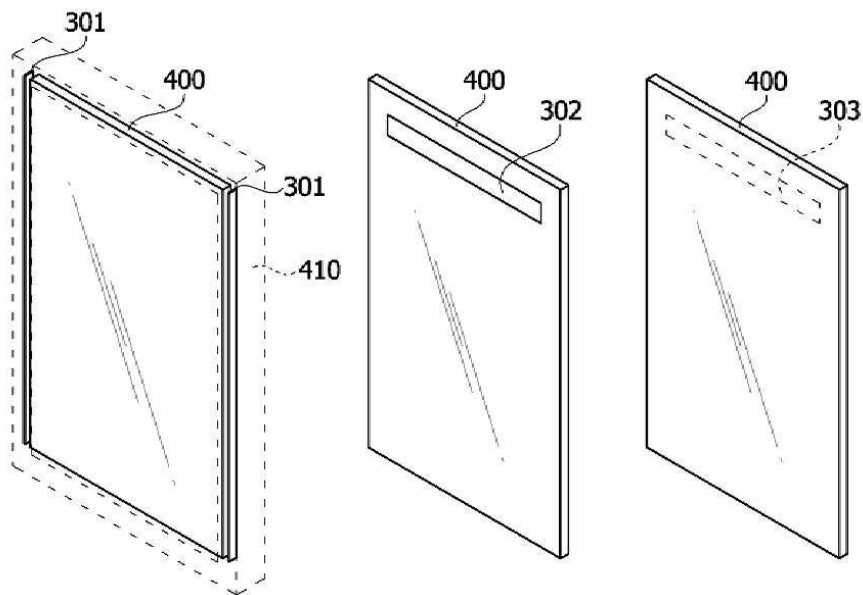
도면10



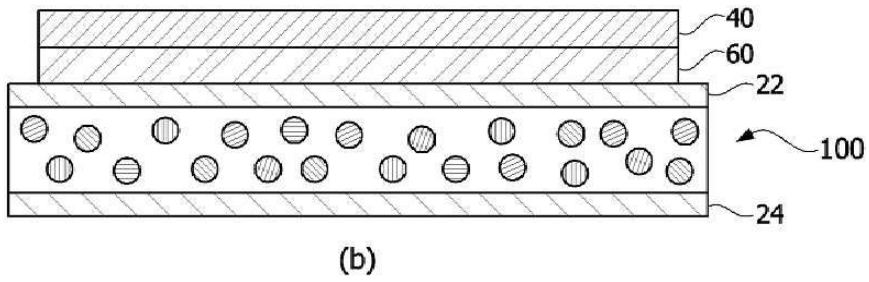
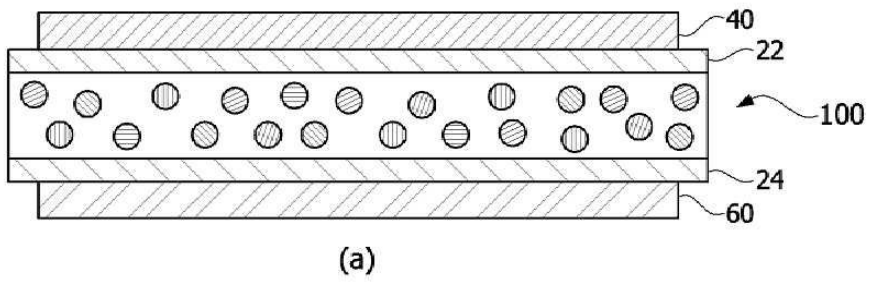
도면11



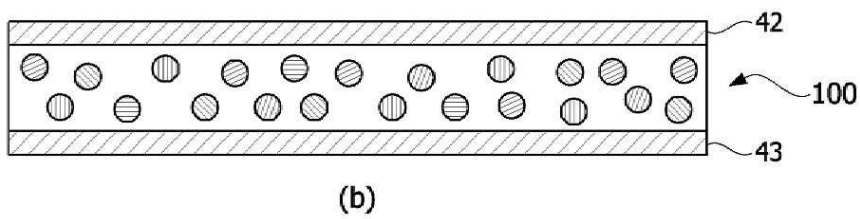
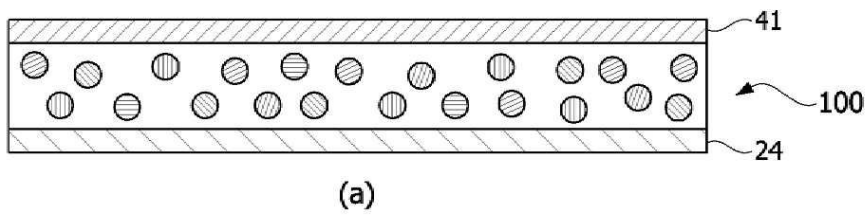
도면12



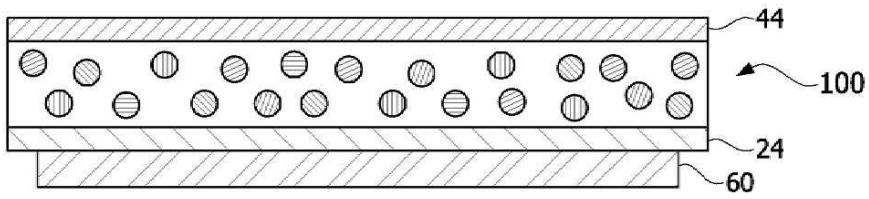
도면13



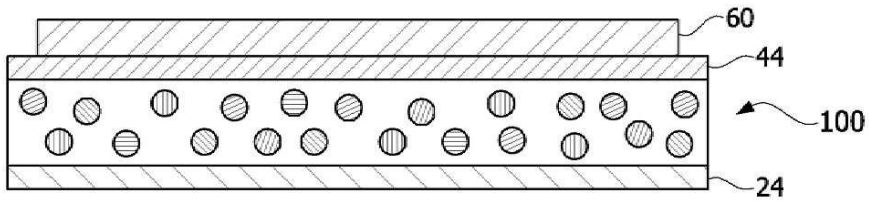
도면14



도면15

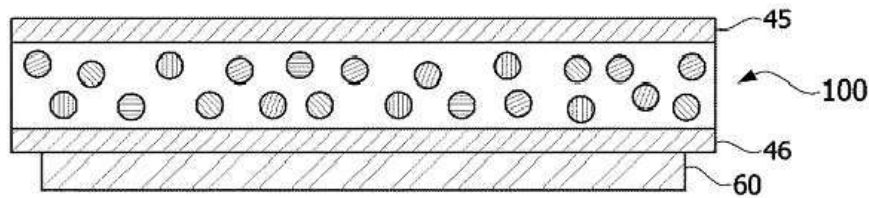


(a)

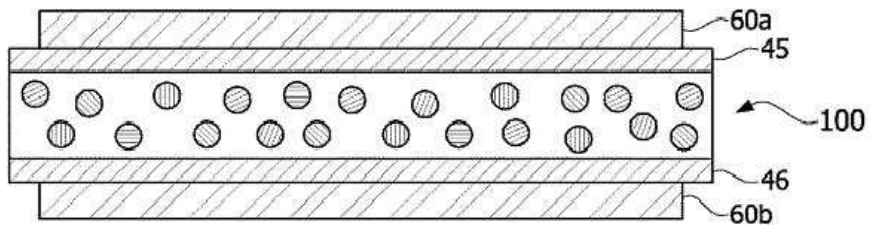


(b)

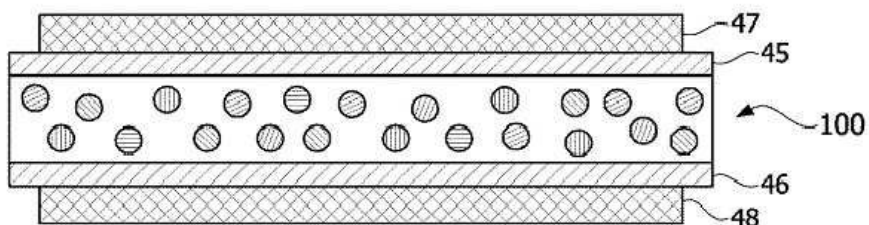
도면16



(a)

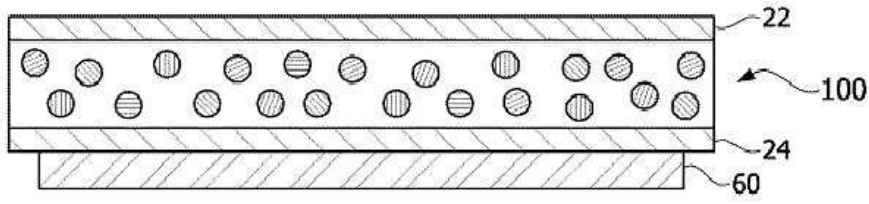


(b)

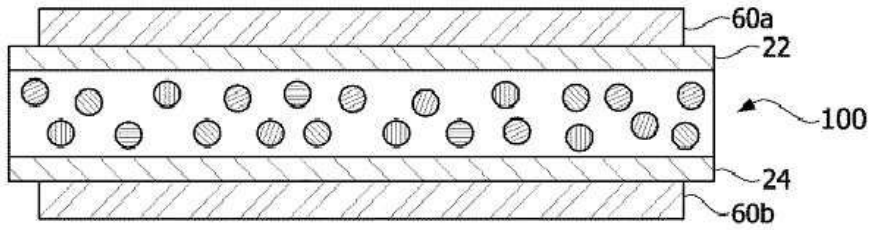


(c)

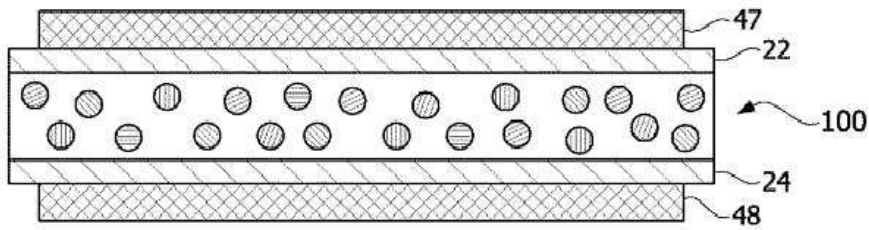
도면17



(a)

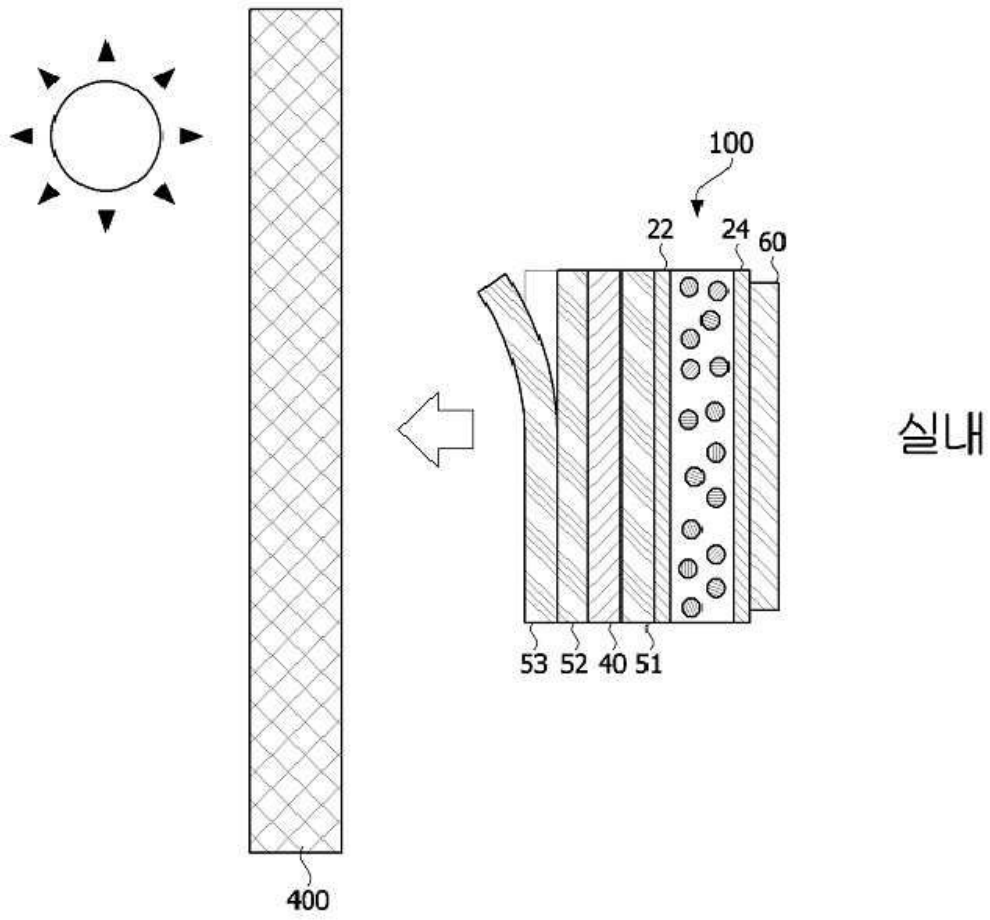


(b)

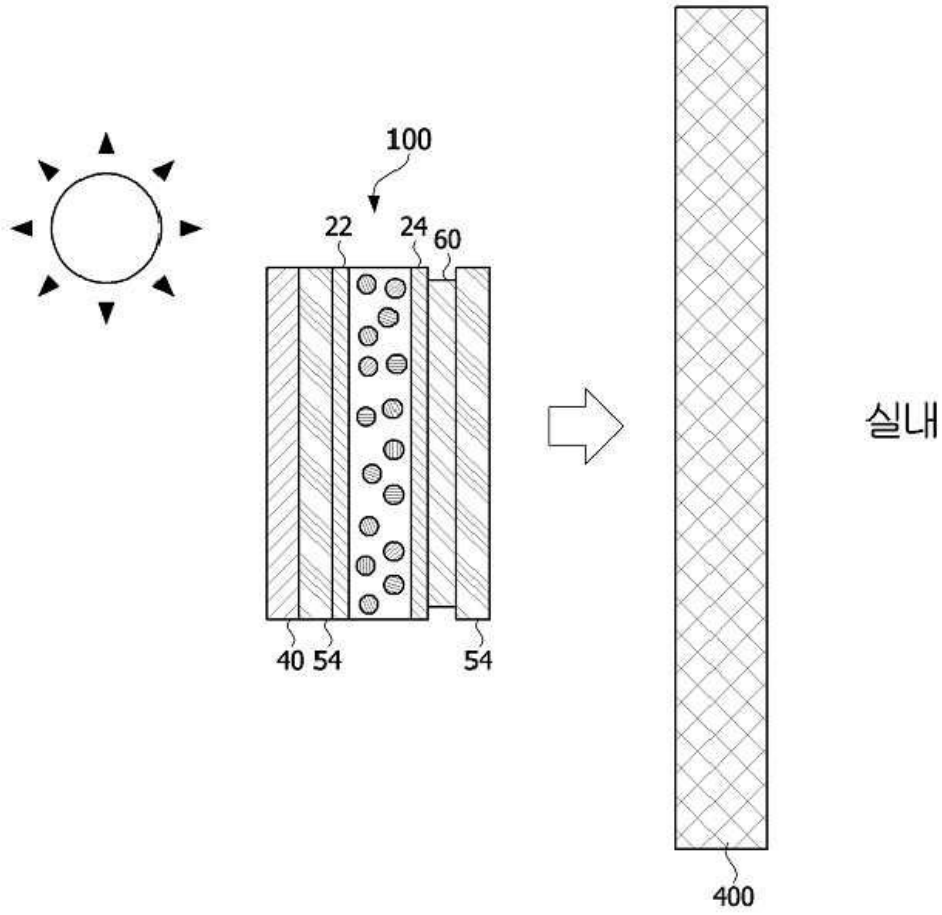


(c)

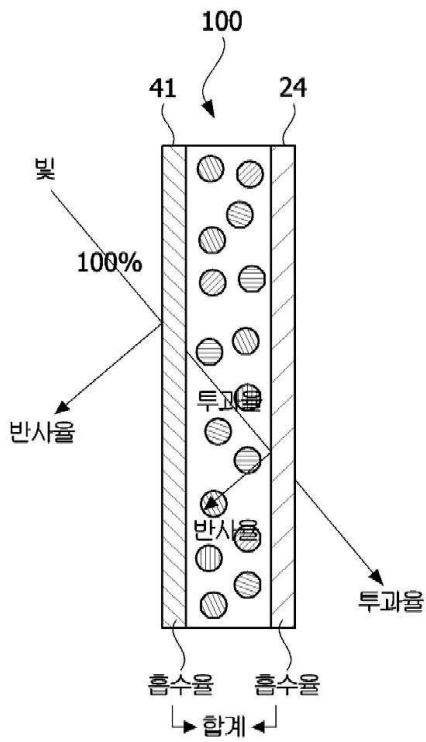
도면18



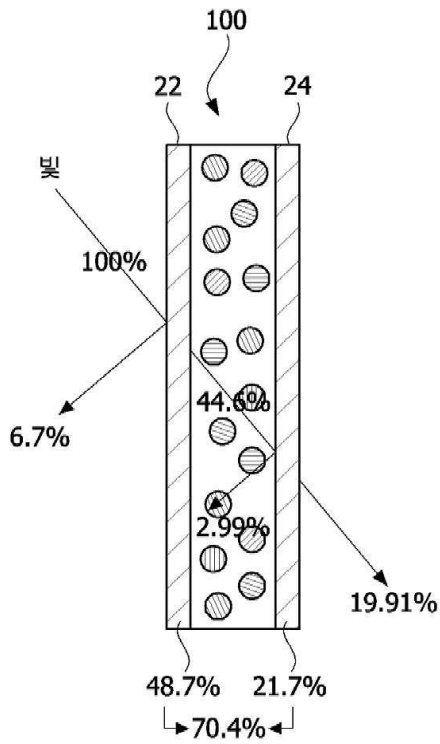
도면19



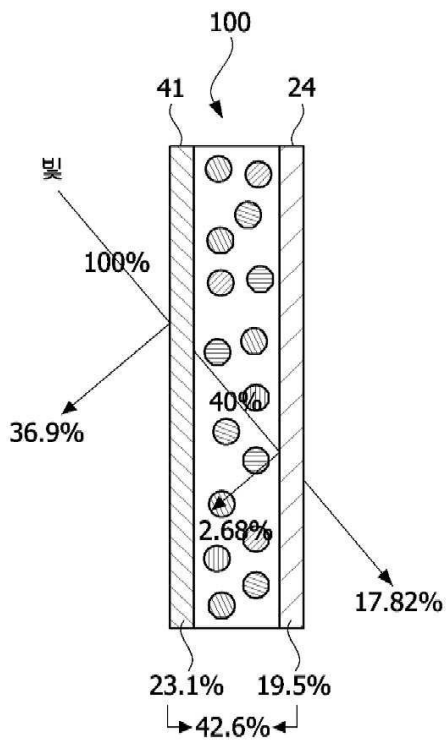
도면20



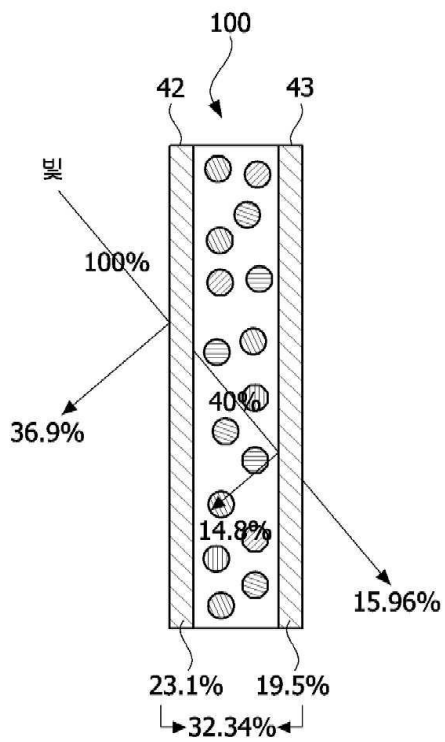
도면21



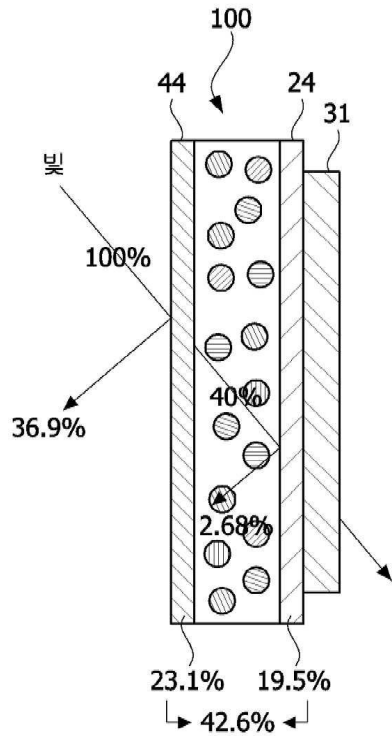
도면22



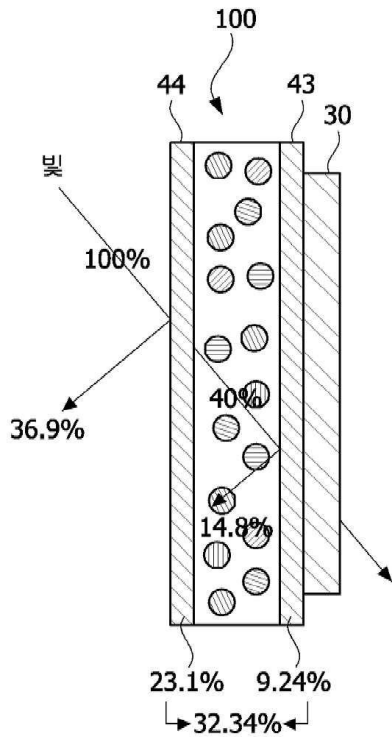
도면23



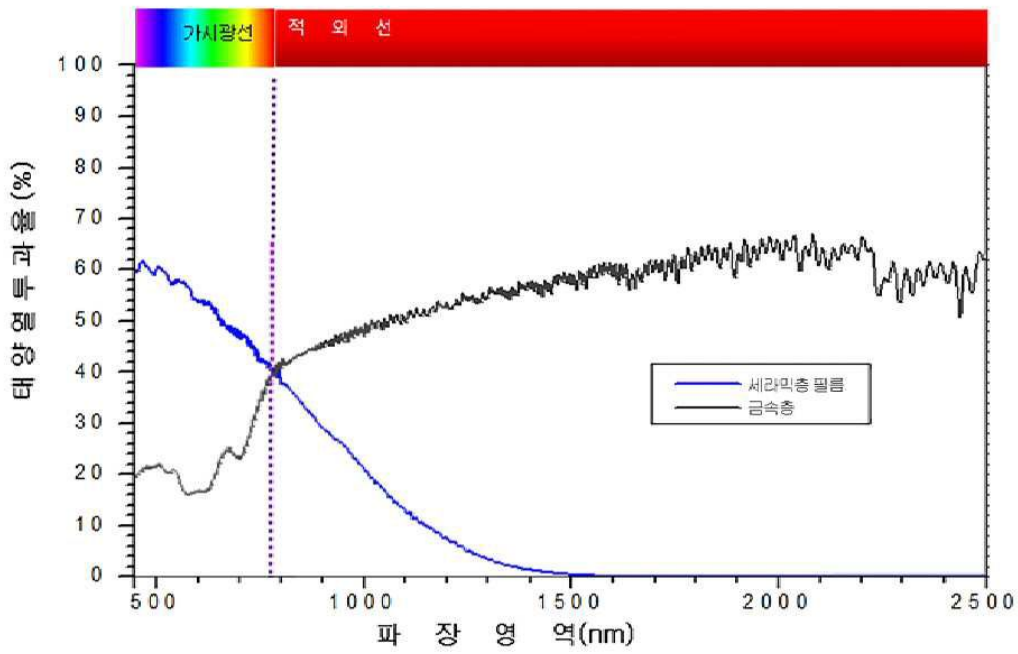
도면24



도면25



도면26



도면27

상 태	조 합	VLT % (가시광선투과율)	UVR % (자외선차단율)	IRR % (적외선차단율)
ON (투명)	PDLC(보호필름제거)	86	35	12
	PDLC + 실버 계열 금속층	58	99	65
	PDLC + 실버 계열 금속층 + ATO1	40	99.8	87
	PDLC + 실버 계열 금속층 + ATO2	46	99.9	81
	PDLC + 실버 계열 금속층 + CARBON	28	99.9	75
OFF (불투명)	PDLC(보호필름제거)	33	83	50
	PDLC + 실버 계열 금속층	24	99.8	80
	PDLC + 실버 계열 금속층 + ATO1	15	100	94
	PDLC + 실버 계열 금속층 + ATO2	17	100	90
	PDLC + 실버 계열 금속층 + CARBON	11	100	86